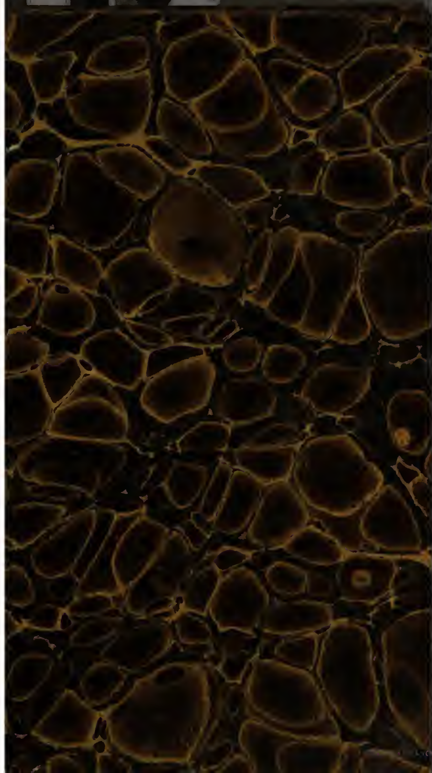
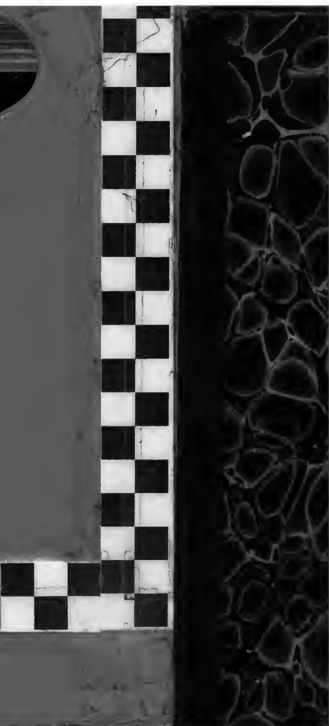
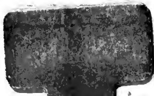








DICTIONNAIRE

DE

L'INDUSTRIE

MANUFACTURIÈRE,

COMMERCIALE ET AGRICOLE.

GOM—KIL.

On souscrit aussi à Paris chez :

BACHELIER, libraire, quai des Augustins, 55.
CARILIAN GOEURY, libraire, quai des Augustins, 41.
HUZARD, libraire, rue de l'Éperon, 7.
AUG. MATHIAS, libraire, quai Malaquais, 15.
RENARD, libraire, rue Sainte-Anne, 71.

DANS LES DÉPARTEMENS :

Agen. Bertrand. Chairou et Ce.
Aix. Aubin.
Altkirch. Bohrer.
Amiens. Allo, Caron-Vitet.
Angers. Launay-Gagnot.
Arras. Topino.
Auxerre. Gallot-Fournier, Marie.
Bayonne. Bonzom, Gosse, Lemathe.
Beauvais. Caux-Porquier.
Besançon. Bintot.
Beziers. Cambon.
Bordeaux. Gassiot fils aîné, Granet Lawalle, Teycheney.
Boulogne-sur-mer. Leroy-Berger.
Bourg. Bottier.
Brest. Come fils aîné, Lefournier.
Chartres. Garnier.
Caen. Manoury.
Cambrai. Girard.
Clermont-Ferrand. Thibaud-Landriot, Weysset.
Colmar. Reiffinger.
Dijon. Lagier, Tussa.
Dôle. Joly.
Grenoble. Prudhomme.
Le Mans. Belon, Pesche.
Lille. Leleu, Vanackère.
Limoges. Ardillier.
Lyon. Ayné fils, Bohaire, Maire, Savy.
Marseille. Camoin, Chaix, Mossy.
Melun. Leroy.
Metz. Thiel, Ve Devilly.
Mézières. Blanchard-Martinet.
Montauban. Rethoré.
Montpellier. Castel, Sevalle.
Mulhouse. Tinus, Risler.
Nancy. Grimblot, Senef, Vidard et Julien.
Nantes. Buroleau, Forest, Sebire.
Niort. Robin.
Perpignan. Lasserre.
Rennes. Hamelin, Vatar, Verdier.
Riom. Thibaud-Landriot.
Rouen. Edet, Ed. Frère, Legrand.
Saint-Brieux. Prud'homme.
Saint-Malo. Carruel.
Sainte-Marie-aux-Mines. Marchal.
Soissons. Arnoult.
Strasbourg. Derivaux, Levrault.
Toulon. Bellue, Monge et Villamus.
Toulouse. Senac Martegonte et Ce.
Tours. Mame, Moisy.
Troyes. Laloy.
Valenciennes. Lemaître.
Vannes. Delamarzelle aîné.
Versailles. Limbert.

ET A L'ÉTRANGER :

Amsterdam. Ve Legras, Imbert et Ce.
Barcelone. Lasserre.
Berlin. Hirschwald.
Bruxelles. Tircher.
Dublin. Hodges et Smith, Leckie.
Edimbourg. Clarke, Maclachlan et Stewart.
Florence. Piatti, Ricordi et Ce.
Gand. H. Dujardin.
Gênes. Beuf, Yves Gravier.
Genève. Cherbuliez.
Glascow. Reid et Ce.
Heidelberg. Groos.
Lausanne. M. Doy.
Leide. Luchtmans, Vanderhoeb.
Léopold. Kunh et Millikouski.
Liége. Desoer, Collardin.
Léipsic. Michelsen, Brokkaus et Avenarius.
Lisbonne. Martin frères, Rolland et Semiond.
Madrid. Denné et Ce.
Milan. Dumolard et fils.
Modène. Vincenzi Geminiano et Ce.
Mons. Leroux.
Moscou. Ve Gautier et fils, Semen et Ce, Urbain.
New-York. Ch. Behr.
Palerme. Ch. Beuf, J.-B. Ferrari.
Pétersbourg. Bellizard et Ce., G. Graeffe, Hauer et Ce.
Philadelphie. Ch. Behr.
Rome. P. Merle, L. Romanis.
Turin. Joseph Bocca, P.-J. Pic.
Vienne. Rohrmann et Schweigerd.
Warsovie. E. Gluksberg.
Wilna. Th. Glucksberg.

Paris — Imprimerie de BOURGOGNE ET MARTINET, rue Jacob, 30.

DICTIONNAIRE

DE

L'INDUSTRIE

MANUFACTURIÈRE, COMMERCIALE ET AGRICOLE.

OUVRAGE

ACCOMPAGNÉ D'UN GRAND NOMBRE DE FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE;

PAR MM.

A. BAUDRIMONT, BLANQUI AINÉ, V. BOIS, BOQUILLON, A. CHEVALLIER, COLLADON, CORIOLIS, D'ARCET, P. DÉSORMEAUX, DESPRETZ, FERRY, H. GAULTIER DE CLAUBRY, GOURLIER, GUIBAL, TH. OLIVIER, PARENT DUCHATELET, PERDONNET, SAINTE-PREUVE, SOULANGE BODIN, A. TRÉBUCHET, J.-B. VIOLLET, ETC.

TOME SIXIÈME,

CONTENANT 74 FIGURES.



PARIS,

CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,

Libraire de l'Académie royale de médecine,

RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, N. 13 BIS,

A LONDRES, MÊME MAISON, 219, REGENT STREET.

1837.

DICTIONNAIRE

DE

L'INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE,

COMMERCIALE ET AGRICOLE.

G.

GOMME. (*Commerce, industrie.*) Les gommes sont des produits solides qui ont exsudé de différentes espèces d'arbres, et qui jouissent de la propriété de donner de la viscosité à l'eau, soit en s'y dissolvant, soit en s'y développant simplement. Elles ont aussi pour caractère principal d'être insolubles dans l'alcool.

On doit ranger parmi les gommes, au moins dans un ouvrage technologique, le mucilage et la fécule dépourvue de son tégument.

Les gommes paraissent formées par les substances suivantes, isolées ou mélangées en proportions très variables, d'*arabine*, de *cérasine*, de *bassorine*, de mucilage et de fécule.

L'*arabine* est une matière solide, facilement pulvérisable lorsqu'elle est sèche, molle et élastique lorsqu'elle est humide. sa couleur est nulle ; son odeur est excessivement faible, sa saveur est à peine sensible, cependant facile à reconnaître. Chauffée jusqu'à environ 200°, elle se ramollit assez pour être tirée en fils. L'arabine est très soluble dans l'eau, et lui communique une grande viscosité, sans troubler sa transparence. Une dissolution contenant sur 100 parties d'eau plus de 17,75 d'arabine à 20°, ou plus de 23,54 de la même substance à 100°, ne passe

plus au travers d'un filtre de papier joseph. L'alcool fait naître un précipité dans la dissolution aqueuse d'arabine, mais il ne sépare jamais complétement cette substance, et il arrive que le précipité peut se redissoudre par l'action de la chaleur, s'il n'est pas trop abondant. Les sels de sesqui-oxide de fer se combinent avec l'arabine, et la rendent insoluble, c'est ce qui fait que les imprimeurs sur tissus ne peuvent se servir de gomme de mimosa, qui en est presque entièrement formée, pour donner de la consistance aux dissolutions ferriques. Le borax et les alcalis la précipitent également; le sous-acétate de plomb surtout y fait naître un précipité abondant, qui, après avoir été desséché, est formé de 61,75 d'arabine et de 38,25 d'oxide de plomb.

L'arabine ne perd point d'eau en s'unissant à l'oxide de plomb, comme cela a lieu pour la plupart des autres matières.

L'acide sulfurique concentré convertit, à froid, la gomme de mimosa en une matière grenue, cristallisée et sucrée, mais non susceptible de fermentation, selon M. Guérin; à chaud, il la détruit avec dégagement de gaz sulfureux, et production d'une matière gommeuse égale aux 0,29 de son poids. Si l'acide est étendu d'eau, il la convertit au contraire en un sucre fermentescible, ainsi que cela a été indiqué par M. Berzélius en 1831 (*Traité de chimie*; t. V, p. 217), et vérifié par MM. Biot et Persoz en 1833 (*Ann. de chim. et de phys.*, t. LII, p. 86).

La gomme traitée à chaud par l'acide nitrique donne successivement de l'acide oxalhydrique, de l'acide mucique, et de l'acide oxalique.

M. Chevreul considère la production de l'acide mucique comme un caractère essentiel des gommes; mais cela ne paraît pouvoir être adopté, parce que la lactine, qui est d'origine animale, en produit de très pur. La gomme a été soumise à l'analyse par MM. Gay-Lussac et Thénard, et par M. Berzélius, qui ont obtenu des résultats presque identiques. M. Guérin, en analysant l'arabine purifiée, a obtenu des résultats un peu différents.

	COMPOSITION DE LA GOMME DE MIMOSA.		COMPOSITION DE L'ARABINE.
	Gay-Lussac et Thénard.	Berzélius.	Guérin.
Carbone	42,23	42,682	43,81
Hydrogène	6,93	6,374	6,20
Oxigène	50,84	50,944	49,85

Cérasine. La cérasine forme la majeure partie des gommes qui exsudent des plantes de la section des rosacées, dont les fruits sont des drupes (fruits à noyaux). Elle est transparente, incolore quand elle est pure; elle se ramollit dans l'eau en s'y dissolvant à peine, et sans se gonfler beaucoup; sa saveur et son odeur sont nulles. Traitée par l'acide nitrique, elle donne de l'acide mucique; traitée par l'eau bouillante, elle se transforme en arabine, sans éprouver aucun changement dans sa composition.

La cérasine s'obtient facilement en traitant la gomme des drupacées par l'eau, lavant le produit insoluble, le faisant égoutter sur une toile, et le desséchant à l'étuve.

Bassorine. Substance incolore, limpide quand elle est pure, presque insoluble dans l'eau à la température ordinaire, mais pouvant s'y gonfler en l'absorbant, et formant ainsi un mucilage très abondant. Bouillie dans l'eau pendant un quart d'heure, elle se transforme en matière analogue à l'arabine; les acides nitrique et chlorhydrique dilués agissent de même; traitée par l'acide nitrique, la bassorine donne 0,23 de son poids d'acide mucique.

Selon M. Guérin, la bassorine est formée de 37,28 parties de carbone, 55,87 d'oxigène, et 6,85 d'hydrogène sur 100. L'hydrogène et l'oxigène y sont dans le même rapport que dans l'eau.

La bassorine forme presque la totalité des gommes adragantes et de Bassora; elle entre, mais en beaucoup plus faible proportion, dans la plupart des gommes résines de la famille des ombellifères, selon les analyses de M. Pelletier.

La bassorine s'obtient comme la cérasine, mais en opérant

sur de la gomme de Bassora, et non sur de la gomme de drupacées.

DES GOMMES DU COMMERCE.

Les gommes du commerce sont fournies par des *mimosa* ou *acacia;* par des arbres des genres *prunus* et *cerasus*, de la famille des rosacées; par des *astragalus*, et il en est qui proviennent de plantes inconnues, comme la gomme de Bassora. Les succédanées des gommes sont les mucilages de graine de lin, de semences de coing, de psyllum, des malvacées, etc.; la fécule dépouillée de son tégument, en y comprenant le salep.

Gommes d'acacia. — La gomme arabique et la gomme du Sénégal appartiennent à cette division.

La gomme arabique, actuellement rare dans le commerce, découle des *acacia vera* et *arabica* (1). Elle est en morceaux de formes diverses, irréguliers et brisés, dont le volume dépasse rarement celui d'une noix. Elle présente des fissures dans son intérieur, et se rompt facilement en fragments anguleux; sa cassure est lisse, vitreuse et brillante; sa saveur est douce et presque nulle. Sa densité est de 1,355. Dans l'état ordinaire, elle contient environ 18 parties d'eau sur 100. Brûlée, elle laisse un résidu de 0,025 à 0,030, formé de carbonates de potasse et de chaux, de phosphate de chaux, de chlorure de potassium, d'oxide de fer, de silice et d'alumine. La gomme arabique nous vient d'Arabie et d'Égypte. On nous l'expédie en caffas de 3 à 400 kilog.

Pomet et Lemery, qui écrivaient, l'un à la fin du dix-septième, l'autre au commencement du dix-huitième siècles, donnaient le nom de *turique* ou *turis* à la gomme arabique qui avait coulé de l'arbre en tombant goutte à goutte, et avait formé une espèce de stalagmite.

Il existe au Muséum d'histoire naturelle de Paris de la gomme qui porte le nom de turique, et qui passe pour avoir appartenu

(1) Il ne faut point confondre les acacias dont il est ici question avec les plantes qui portent le même nom dans notre pays. Ils sont bien de la même famille, mais ils appartiennent à des sections différentes.

à Lémery; elle est en morceaux arrondis et gros comme de fortes noix. M. Guibourt a donné le nom de gomme turique à la gomme arabique fendillée ; le catalogue des productions naturelles des courtiers de la Bourse fait, sans doute selon M. Guibourt, usage du nom de turique comme synonyme d'arabique, tandis que l'échantillon de la collection de la Bourse est conforme à celui du Muséum d'histoire naturelle.

Le mot *turique* paraît venir de *thus* (encens), à cause de la manière dont la gomme a coulé de l'arbre sous forme de larmes. M. Guibourt pense qu'il vient de *Tor*, qui est un port d'Arabie. Quoi qu'il en soit, il est évident qu'il a changé la signification de ce mot.

La gomme de *geddh*, qui passe pour venir de Giddah, est une variété de gomme arabique qui pourrait bien provenir d'une espèce particulière de mimosa. Cette gomme est principalement caractérisée par son peu de fragilité, et par quelques points de sa surface qui sont toujours dépourvus de limpidité. C'est peut-être à cette variété qu'il faut rapporter celle que M. Guibourt a proposé de nommer gomme *pelliculée*. Cette gomme est peu propre pour l'usage médical, attendu qu'elle possède une odeur et une saveur désagréables.

La *gomme du Sénégal* découle principalement de l'*acacia Senegal*. Elle ressemble beaucoup à la gomme arabique. Elle est en grande partie composée de morceaux ovoïdes ou arrondis, dont le volume varie depuis celui d'une noisette jusqu'à celui d'un œuf. Ces morceaux sont souvent creux dans leur intérieur, et leur couleur varie depuis le roux très clair jusqu'au rouge-brun foncé. On y rencontre de la gomme fendillée incolore ou jaunâtre, de la gomme en morceaux cylindroïdes, arqués, rugueux à leur surface; d'autres, ordinairement fort petites, en larmes limpides, incolores ou en morceaux aplatis et arrondis sur leurs bords; des marrons et du bdellium. La densité des beaux morceaux de gomme du Sénégal est de 1,436, et il paraît qu'elle contient habituellement environ 0,02 d'eau de moins que la gomme arabique.

La gomme du Sénégal nous parvient en sacs de 50 à 60 kilog.; mais, plus souvent encore, elle ne subit d'emballage que dans

les ports de France, d'où on l'expédie en barriques de poids variables.

Dans le commerce, on rattache à la gomme du Sénégal la gomme de Galam, la gomme de Barbarie, et même la gomme de l'Inde.

La *gomme de galam* ressemble à un mélange de gomme du Sénégal et de gomme arabique; elle contient beaucoup de gomme fendillée. La gomme du Sénégal découle principalement de l'*acacia senegalensis* (*mimosa senegal*, L.). La gomme de Galam paraît avoir une autre origine; peut-être vient-elle de l'*acacia vera?* On nous l'expédie de la même manière que la gomme du Sénégal.

La *gomme de Barbarie* ressemble encore à la gomme du Sénégal, mais elle est généralement moins belle; les morceaux en sont plus petits, jaunâtres et ternes. On nous l'expédie en surons de jonc du poids de 100 kilog.

La *gomme de l'Inde* ne peut que difficilement être distinguée de la gomme du Sénégal, dont elle possède toutes les propriétés. Nous la recevons en caisses du poids de 150 à 200 kilog., ou en surons de 100 à 125 kilog.

Les gommes d'*acacia* sont employées à une foule d'usages. Elles servent pour fixer les couleurs à l'eau, pour apprêter un grand nombre de tissus, pour coller de petits objets de bois, des étiquettes pour le commerce et les laboratoires, pour vernir certains objets, tels que des coquilles de mollusques. Mais la majeure partie de la gomme est employée en médecine. Pour cet usage, on la trie soigneusement : les morceaux défectueux sont dissous ou pulvérisés; les morceaux plus volumineux sont destinés à être employés immédiatement. Pour cela, on les casse ou on les lave. Pour les casser, on les place sur un petit billot de bois, et, avec une hache fort légère et peu tranchante, on en détache l'enveloppe, puis on les fend en morceaux de la grosseur d'une petite noisette. Ainsi préparée, la gomme est très pure, très brillante et très propre. Quand les morceaux de gomme ne sont pas assez gros pour être cassés, on les lave rapidement avec de l'eau, on les fait égoutter, et on les dessèche à l'ombre. La gomme préparée de cette manière

diffère de la précédente en ce qu'elle est en morceaux arrondis, et souvent moins colorés.

Lorsque la gomme doit être dissoute, il faut d'abord la laver, puis la mettre dans l'eau sans la pulvériser. L'opération s'achève ainsi plus rapidement, et la gomme n'acquiert pas une saveur désagréable, comme cela a toujours lieu lorsqu'on la met à l'étuve pour la dessécher avant de la pulvériser, ou simplement par l'action du pilon.

Gomme des astragalus. Plusieurs astragalus fournissent une gomme qui porte le nom d'*adragante* dans le commerce. Cette substance est en petits morceaux étroits, aplatis, allongés, contournés dans le sens de la longueur et de la largeur. Si elle ne sort point de l'écorce par des ouvertures naturelles, cette écorce doit offrir une organisation toute particulière qui lui permette de se fendre toujours de la même manière pour donner issue à des morceaux de gomme qui présentent une forme constante, et qui semblent être sortis de l'arbre sous l'influence d'une pression dirigée de l'axe des branches vers leur périphérie. La gomme adragante est blanche, translucide, quand elle est récente, jaunâtre ou roussâtre quand elle est vieille ou de qualité inférieure. Elle est très élastique, très cohérente, et difficile à pulvériser. Sa saveur et son odeur sont presque nulles. Placée dans environ 30 fois son poids d'eau, elle s'y développe et donne au liquide la consistance d'un mucilage épais. Elle est formée d'une substance soluble, d'une substance insoluble, et de granules d'amidon. M. Guérin pense que la substance soluble est de l'arabine, et que la substance insoluble est de la bassorine. M. Guibourt émet une opinion contraire, opinion qui est fondée sur ce que la dissolution de gomme adragante précipitée par l'alcool ne se comporte pas comme celle de l'arabine. Bouillie pendant un quart d'heure avec beaucoup d'eau, la gomme adragante s'y dissout complétement. Avec l'acide nitrique, elle se comporte comme les autres gommes, et finit par donner de l'acide oxalique et un résidu d'oxalate de chaux. L'acétate de plomb tribasique, le protochlorure d'étain, et le protonitrate de mercure, font naître des précipités abondants dans une liqueur chargée de gomme adragante; l'acétate de plomb et l'infusion de noix de galle la troublent légèrement.

La gomme adragante vient de l'archipel grec, et principalement de Candie; on en recueille aussi dans plusieurs contrées de l'Asie. Nous la recevons en caisses de 120 à 130 kilog.

La gomme adragante est principalement employée en médecine : elle sert pour donner de la consistance aux looks, aux potions, afin que l'on puisse y suspendre des poudres très divisées et insolubles, comme le kermès. Elle est quelquefois employée pour émulsionner l'huile, mais elle remplit moins bien cet office que la gomme d'acacia. Elle sert, à l'état de mucilage, pour donner du liant au sucre pulvérisé dont on doit former des tablettes.

Gomme des drupacées. Cette gomme, qui découle de quelques uns de nos arbres fruitiers, est en morceaux irréguliers, aplatis du côté de l'écorce qui les a exsudés, et à laquelle ils adhèrent souvent. Elle est incolore, limpide, ou colorée depuis le jaune jusqu'au brun; sa saveur et son odeur sont presque nulles. Cette gomme ne se dissout qu'incomplétement dans l'eau : les morceaux que l'on y met conservent leur forme si on ne les agite pas; sa partie insoluble est la cérasine, qui a été décrite plus haut. Sa partie soluble diffère essentiellement de la gomme d'acacia : elle n'est précipitée que très lentement par l'alcool et le sous-acétate de plomb; les dissolutions de silicate de potasse et de protonitrate de mercure ne la troublent point; le bichlorure d'étain la coagule.

La gomme des drupacées n'est point usitée en médecine, mais elle l'est dans les arts, et principalement dans la chapellerie. La propriété dont elle jouit de devenir entièrement soluble lorsqu'on la traite par l'eau bouillante, permettrait de la substituer dans les arts partout où l'on fait usage de gomme d'acacia, si elle communiquait à l'eau la même viscosité que cette dernière.

La *gomme de Bassora* n'a point d'origine naturelle connue; on sait seulement qu'elle vient de Perse, ou qu'elle se trouve quelquefois parmi la gomme d'acacia. Elle est en morceaux tout au plus gros comme l'extrémité du pouce, très irréguliers, pleins ou caverneux; elle adhère quelquefois à des parties ligneuses, formées de grosses fibres plates, parallèles, tomenteuses, peu denses et peu serrées. Lorsqu'on la serre entre les dents,

elle se brise d'abord, mais elle se ramollit bientôt, et fait entendre un cri comme le caoutchouc placé en pareille circonstance. Elle possède une odeur analogue à celle de l'acide acétique. Mise dans l'eau, elle s'y développe en augmentant considérablement de volume. Elle est presque entièrement formée d'eau et de bassorine. Cette gomme n'étant pas employée, ne se trouve pas toujours dans le commerce, où on l'a reçue quelquefois en caisses de poids très variables.

Mucilage de semences de lin. La semence de lin renferme une matière mucilagineuse qui peut remplacer la gomme dans le cas où il s'agit simplement de donner de la viscosité à l'eau, et non dans ceux où elle est employée pour coller, ou pour donner de la consistance à quelque matière; par exemple, son mucilage peut servir de bain pour recevoir les couleurs qui servent à marbrer le papier.

Le mucilage des semences de lin se prépare facilement en les faisant bouillir dans l'eau; on obtient par ce procédé une liqueur visqueuse qui passe difficilement au travers d'une toile dont les mailles sont même peu serrées. Ce mucilage, desséché et traité par l'acide nitrique, donne de l'acide mucique; il est coagulé par l'alcool, par le protochlorure d'étain et par les acétates neutre et basique de plomb. Le silicate de potasse, le sulfate de sesqui-oxide de fer, le chlore et l'iode, n'agissent point sur lui d'une manière sensible.

Mucilage de semences de coing et de psyllum. Ces semences, et sans doute beaucoup d'autres, donnent à froid un mucilage très abondant lorsqu'on les agite dans l'eau. Ces sortes de mucilages ne sont employés qu'en médecine; il en est de même du mucilage des malvacées, de la racine de *symphitum majus*, L., etc.

Mucilage ou *gomme de fécule.* La fécule, débarrassée de son tégument, se dissout dans l'eau froide à la manière des gommes, qu'elle peut remplacer dans une foule d'applications.

Pour obtenir la gomme de fécule, on peut employer différens agens : 1° l'acide sulfurique, 2° l'infusion de malt, 3° la chaleur. 1° Il faut ajouter à l'eau environ un quarantième de son poids d'acide sulfurique, y délayer au plus un dixième d'amidon, et chauffer jusqu'à ce que l'empois qui s'était d'abord

formé ait disparu. A cette époque, on cesse de chauffer la liqueur, on sature l'acide sulfurique par la craie (1), on filtre, et la gomme dissoute peut être employée immédiatement, ou bien elle peut être desséchée, pour être redissoute au besoin. Cette opération peut être faite très facilement en chauffant la liqueur au moyen d'un courant de vapeur qui vient s'y condenser. 2° On fait macérer de l'orge germée dans de l'eau, à une température qui ne doit pas dépasser 60°. La liqueur ainsi obtenue jouit de la propriété de fluidifier l'empois et de l'amener immédiatement à l'état gommeux. Comme la précédente, cette liqueur peut être employée immédiatement ou desséchée pour être conservée. 3° L'amidon est placé dans une espèce de poêle bien nette, et torréfiée sur un feu doux. Il faut avoir soin de l'agiter constamment, pour qu'il ne brûle ni ne s'attache au fond du vase. Cet amidon, quand il a été suffisamment chauffé, se dissout dans l'eau froide; mais il donne souvent une liqueur colorée.

La gomme d'amidon ne donne point d'acide mucique par la chaleur, mais de l'acide oxalique. Sa dissolution rougit, mais ne bleuit point par l'iode; elle précipite par le protonitrate de mercure, et par l'infusion de noix de galle.

Le *salep* ne donne à l'eau rien autre chose que de la gomme de fécule. C'est bien à tort que l'on a voulu en faire une matière particulière. Un examen continué pendant un temps assez long m'a démontré que les bulbes d'orchis étaient presque entièrement formées par une fécule dont les granules sont ovoïdes et beaucoup plus grosses que celles de la pomme de terre, mais qui jouissent entièrement des même propriétés.

A. BAUDRIMONT.

GOMME AMMONIAQUE. V. GOMMES-RÉSINES.

GOMME COPAL. V. RÉSINE COPAL.

GOMME ÉLASTIQUE. V. CAOUTCHOUC.

GOMME-GUTTE. V. GOMMES-RÉSINES.

GOMME LAQUE. V. RÉSINE LAQUE.

GOMMES-RÉSINES. (*Commerce*.) On donne ce nom à des produits très variables qui découlent d'un assez grand nombre

(1) On ajoute de la craie tant qu'on observe une effervescence.

de végétaux, et dont la plupart sont de la famille des ombellifères.

Les gommes-résines sont des mélanges de matières gommeuses, solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool, et de matières résineuses, solubles dans l'alcool et insolubles dans l'eau. Elles contiennent aussi très souvent de la bassorine ou une matière analogue, qui se gonfle dans l'eau sans s'y dissoudre. (V. Gomme.) Sans la présence de cette dernière matière, les gommes-résines seraient complètement solubles dans l'eau-de-vie, qui est un mélange d'eau et d'alcool.

Le vinaigre les dissout presque entièrement; mais leur dissolution complète ne peut être opérée que par les alcalis caustiques. Elles durcissent par le refroidissement, et se ramollissent par la chaleur et la contusion; aussi ne peuvent-elles être pulvérisées que lorsque la température est au-dessous de zéro. Lorsque l'on veut les mêler à d'autres produits, on les dissout préalablement dans l'alcool à 22°, ou dans le vinaigre; le premier mode est préférable au second. Pour les suspendre dans l'eau, on les divise d'abord dans des jaunes d'œufs de poule, ou bien on les triture avec de la gomme en poudre, on ajoute de l'huile, et l'on *émulsionne* en ajoutant l'eau peu à peu.

On remarque aussi parmi les gommes-résines quelques autres matières qui ne renferment point de gomme, comme l'euphorbe. Quoique ce rapprochement ne soit point en harmonie avec le mot gomme-résine, cette subtance sera décrite dans cet article, par la seule raison que les descriptions ont toujours quelque chose à gagner lorsqu'il est facile de les comparer.

Les gommes-résines sont toutes dues à la dessiccation d'un suc laiteux, dans lequel la matière gommeuse était dissoute, et la matière résineuse n'était que suspendue dans un état de division extrême; aussi quand on les broie avec de l'eau, elles reprennent leur apparence laiteuse.

Gomme-résine ammoniaque ou *ammoniacum.* Substance en masses d'un jaune roux, parsemées de larmes blanches, tuberculeuses ou irrégulières, dont la cassure est lisse, brillante, et présente une matière translucide, laiteuse, blanche, qui roussit en vieillissant. Elle possède une odeur aromatique particulière, qui n'est pas désagréable; sa saveur est amère et âcre; sa den-

sité est de 1,207; elle se ramollit par la chaleur de la main, mais elle n'est pourtant point fusible; par le refroidissement, elle devient fragile, et peut être réduite en poudre.

La gomme ammoniaque, telle qu'elle vient d'être décrite, est dite *en sorte* dans le commerce; on l'estime d'autant plus, qu'elle contient plus de larmes. Quelquefois ces larmes sont entièrement isolées, et lui font donner le nom de *gomme-résine ammoniaque en larmes*.

La gomme-résine ammoniaque a été soumise à l'analyse par Braconnot et par Bucholz, qui lui ont trouvé la composition suivante :

	Braconnot.	Bucholz.
Résine,	70,0	72,0
Gomme,	18,4	22,4
Bassorine,	»	1,6
Gluten,	4,4	»
Huile volatile, eau et perte,	7,2	4,0

Elle donne par l'incinération un résidu de 0,011 de son poids, qui est formé de carbonates de potasse et de chaux, et de phosphate de cette dernière base.

Il est probable que ce que Braconnot a pris pour du gluten était de la bassorine. La résine est rougeâtre et transparente; son odeur est celle de la gomme ammoniaque, sa saveur est nulle; elle fond à 54°. Elle se dissout dans l'alcool, les huiles grasses et les huiles volatiles; mais l'éther la partage en deux résines, dont une seule est dissoute par ce véhicule. La gomme, que l'on peut extraire par l'eau, après avoir enlevé la résine par l'alcool, possède presque toutes les propriétés de l'arabine. L'huile volatile peut être obtenue par la distillation.

L'origine de la gomme ammoniaque a été long-temps ignorée; Linné a soupçonné qu'elle provenait d'un *pastinaca;* Olivier, de la *ferula persica;* Wildenow, après avoir semé des graines trouvées dans cette substance, a obtenu un *heracleum*, qu'il a appelé *gummiferum*, mais qui n'a point produit de gomme; Szowits, botaniste russe, qui a voyagé en Perse, l'a rapportée à une *ferula*, qu'il a nommée *ammoniacum;* enfin, dans ces derniers temps, David Don a décrit la plante qui

la fournit, et l'a appelée *dorema ammoniacum;* elle appartient à la tribu des peucédanées, de la famille des ombellifères.

La gomme ammoniaque vient de Perse; nous la recevons en caffas de 150 à 200 kilog., ou en caisses de 60 à 100 kilog.

Assa-fœtida. L'aspect de cette substance varie beaucoup : tantôt elle est en masses molles, rougeâtres, translucides, parsemées de larmes d'un rouge pâle, dont la cassure fraîche est beaucoup moins colorée; tantôt elle est presque entièrement formée par cette matière qui constitue les larmes. Son odeur ressemble beaucoup à celle de l'ail, et la dépasse encore par son intensité; sa saveur est âcre et amère; sa densité est de 1,327. L'assa-fœtida est inflammable et brûle avec une grande facilité. Brandes l'a soumis à l'analyse, et l'a trouvé formé de :

Résine,	48,85
Huile volatile,	4,60
Gomme impure,	19,40
Mucilage végétal,	6,40
Extractif,	1,40
Malate de chaux,	0,40
Sulfate de chaux, et traces de sulfate de potasse,	6,20
Carbonate de chaux,	3,50
Sesqui-oxide de fer, alumine,	0,40
Eau,	6, »
Impuretés, telles que sable et fibre ligneuse,	4,60 (1)

La résine de l'assa-fœtida a été étudiée par Pelletier, qui l'a regardée comme une matière particulière; il la caractérisait surtout par la propriété dont elle jouit de prendre la couleur rouge par l'action réunie de l'air et de la lumière. Depuis, on a trouvé que l'éther sulfurique ne la dissolvait pas complétement, et la partageait ainsi en deux matières différentes. La

(1) Cette analyse. prise dans le *Traité de chimie* de Berzélius, présente une erreur dans les chiffres, qu'il ne m'a pas été possible de corriger, ne pouvant remonter au travail de Brande. Cependant, d'après une analyse de Pelletier, il est probable que c'est sur la résine que cette erreur porte; car il dit que l'assa-fœtida contenait 0,65 de résine. La quantité considérable de sels calcaires qui se trouve dans l'analyse de Brande a également lieu d'étonner.

résine insoluble est jaune, facile à rompre, insipide, très fusible; soluble dans l'alcool, l'huile volatile de térébenthine, l'huile d'amande et les alcalis. La résine soluble est d'un vert brun foncé, fragile, odorante, amère et fusible; l'alcool concentré ou dilué, l'éther, l'huile volatile de térébenthine et les huiles la dissolvent; les acides sulfurique, chlorhydrique et azotique, lui font subir diverses modifications; ce dernier la convertit en acide mucique; l'acide acétique la dissout à l'aide de la chaleur, et l'abandonne par le refroidissement.

L'huile volatile est limpide, incolore, presque insoluble dans l'eau, et très soluble dans l'alcool et l'éther; elle contient du soufre, et répand une odeur infecte. Est-ce du mercaptan?

Le mucilage végétal de Brande doit être considéré comme de la bassorine, en se fondant sur les expériences de Pelletier.

L'origine de l'assa-fœtida est aussi incertaine que celle de la gomme ammoniaque; on l'a d'abord attribuée à la *ferula assa-fœtida* de Linnée; mais il paraît, d'après l'observation de Szowits, qu'on en extrait au moins une partie de la *ferula persica*. Un suc analogue à l'assa-fœtida, et plus estimé que lui, est l'extrait du *laserpitium derias*, selon Pacho.

L'assa-fœtida nous vient de la Perse en barriques, en caffas ou en caisses.

Bdellium. Le bdellium est en larmes pyriformes, arrondies ou irrégulières; sa couleur est le roux brunâtre; il est translucide; sa cassure est séreuse; son odeur est légèrement résineuse; sa saveur est faible, et décèle une odeur qui n'est pas sensible à l'odorat seul; lorsqu'on l'approche d'une bougie allumée, il s'enflamme et continue à brûler de lui-même, en répandant une faible odeur aromatique mêlée à celles des substances amylacées; sa densité est de 1,371.

Le bdellium a été analysé par Pelletier, qui l'a trouvé formé des substances suivantes :

Résine rouge orangé, fusible à + 50°,	59,0
Gomme ne donnant point d'acide mucique par l'acide azotique,	9,2
Matière analogue à la bassorine,	30,6

Huile volatile et perte,

Le bdellium se trouve souvent dans la gomme arabique et dans la gomme du Sénégal; il découle d'un arbre qui croît en Arabie et en Guinée. Adanson l'a vu, et a récolté du bdellium sur ses branches; il l'a apporté en Europe, et cependant cet arbre est resté inconnu jusque dans ces derniers temps, que M. Penotot en a recueilli des échantillons, qui ont permis de voir que cet arbre était nouveau pour les botanistes. On l'a nommé *heudelotia africana*.

Le bdellium est peu employé; celui que l'on trouve dans la gomme suffit presque entièrement, quoiqu'il y en ait peu maintenant.

On reçoit quelquefois de l'Inde une espèce de bdellium très irrégulier, plus foncé en couleur que le précédent, très amer, et possédant une odeur faible, ressemblant un peu à celle de la myrrhe, ce qui lui a valu le nom de fausse myrrhe. Il sert pour falsifier cette dernière substance; mais on l'en distingue à ce que l'acide nitrique ne le colore pas en bleu.

Euphorbe. Cette substance est en petites masses très irrégulières, percées de quelques trous convergens, dans lesquels on observe souvent les épines des plantes sur lesquelles on la recueille; elle est translucide, d'un jaune rougeâtre, et comme pulvérulente à la surface; sa cassure est séreuse; sa saveur, peu sensible d'abord, devient excessivement âcre ensuite. Cette substance est vésicante et même corrosive. Elle a été soumise à l'analyse par Laudet, Braconnot, Pelletier et Brandes. Je ne donnerai que les résultats obtenus par ce dernier chimiste, parce qu'ils sont les plus satisfaisans; toutefois, ils s'éloignent peu de ceux de Pelletier et de Braconnot.

Résine,	43,77
Cérine,	13,70
Myricine,	1,23
Caoutchouc,	4,84
Malate de potasse,	4,90
— de chaux,	18,82
Ligneux et matière insoluble,	5,60
Sulfate de potasse,	0,45

Sulfate de chaux,	0,10
Phosphate de chaux,	0,15
Eau,	5,40

M. Pelletier a trouvé en outre un peu d'huile volatile. C'est à la résine qu'il faut rapporter les propriétés énergiques de cette substance. Cette résine est soluble dans l'alcool. Quelques acides et la potasse peuvent la dissoudre à chaud, mais elle se précipite presque entièrement par refroidissement.

L'euphorbe est tellement âcre, que l'on ne saurait prendre trop de précautions lorsque l'on veut la pulvériser. Elle se recueille sur les *euphorbia antiquorum* et *officinarum*, qui croissent en Afrique et dans les Indes; et sur l'*euphorbia canariensis*, qui croît dans les îles Canaries. Nous les recevons en barils, en caisses ou en balles de jonc.

Galbanum. Le galbanum se présente en larmes isolées, irrégulières, aplaties, molles, et souvent agglutinées, d'un jaune roux ou brunâtre, translucide, s'arrachant sans se casser, à proprement parler; présentant un aspect céreux, ou bien en masses plus colorées, plus translucides, et parsemées des larmes précédentes. Son odeur est forte, aromatique, et n'a pas la moindre analogie avec celle de l'assa-fœtida; sa saveur est amère et chaude; sa densité est de 1,212. Soumis à la distillation avec l'eau, il donne une huile volatile incolore, dont le poids spécifique est de 0,92. Elle possède la même odeur que le galbanum, et se dissout dans l'alcool, l'éther et les huiles grasses. Distillée à sec, cette gomme-résine finit par donner une huile volatile d'une couleur bleue.

Meissner et Pelletier ont analysé le galbanum. Les résultats qu'ils ont obtenus sont peu différens. Voici le travail du premier de ces chimistes :

Résine,	65,8
Huile volatile,	3,4
Gomme soluble,	22,6
Bassorine,	1,8
Principe amer et acide malique,	0,2
Eau,	2,0
Débris végétaux,	2,8

La résine de galbanum est brun-jaunâtre, translucide, cassante et insipide. Elle est insoluble dans l'alcool faible, mais elle se dissout dans l'alcool concentré, dans l'éther et dans l'huile d'amandes; l'huile volatile de térébenthine la dissout à peine; elle est soluble dans l'acide sulfurique concentré; l'acide azotique la détruit.

On ne sait trop à quelle plante de la famille des ombellifères on peut rapporter le galbanum. L'opinion la plus probable est que plusieurs substances peu différentes les unes des autres ont porté ce nom. M. Guibourt décrit effectivement deux galbanum qui paraissent avoir des origines différentes. On a d'abord pensé que le galbanum découlait du *bubon galbanum* de Linné. Depuis, David Don l'a fait provenir d'une autre plante, qu'il a appelée *galbanum officinale*.

On ne connaît pas non plus avec certitude le pays qui le produit; on pense cependant qu'il vient de l'Asie-Mineure, de la Syrie et de la partie septentrionale de l'Afrique. Nous le recevons en caisses de poids variables.

Gomme-gutte. Substance solide, d'un jaune rougeâtre, opaque, donnant une émulsion jaune quand on la délaie dans l'eau; d'une odeur faible et particulière, d'une saveur âcre. La gomme-gutte du commerce est en cylindres repliés sur eux-mêmes et collés ensemble, ou bien en pains peu volumineux. Elle est formée d'environ un cinquième de matière gommeuse, et de quatre cinquièmes d'une résine que l'on n'isole pas complétement par l'alcool, mais bien par l'éther. Cette résine, purifiée suffisamment, est rouge-jaunâtre, presque transparente, cassante, fusible sans se liquéfier complétement, électrisable par frottement. Elle se dissout dans la potasse, et peut se combiner avec le chlore et différents oxides métalliques, avec lesquels elle prend des couleurs variées.

Plusieurs plantes de la famille des guttifères et de la famille des hypéricées fournissent des sucs analogues à la gomme-gutte. Elle nous vient de la Chine, de Siam et de Ceylan. Celle qui vient de ce dernier pays est très rare, selon le docteur Christison, d'Édimbourg, qui l'attribue au *garcinia morella* de Decandolle, qui différerait du *stalagmitis camboguoïdes* de Murray.

La gomme-gutte est employée en médecine et dans la peinture à l'aquarelle ; délayée dans l'eau, elle donne une belle couleur jaune. On la reçoit en fortes caisses du poids de 100 à 150 kilog., ou en caisses plus faibles, du poids de 75 kilog. environ.

Myrrhe. Substance solide, en morceaux à peu près gros comme l'extrémité du pouce, très irréguliers, translucides, d'un brun rougeâtre, d'une saveur amère, chaude, légèrement âcre ; d'une odeur aromatique particulière, très prononcée. Elle se casse facilement, et brûle sans se fondre quand on la tient dans la flamme d'une bougie.

La myrrhe a été soumise à l'analyse par Braconnot et par Brandes. Ce dernier chimiste lui a trouvé la composition suivante :

Résine { soluble dans l'éther,	5,5
Résine { insoluble dans l'éther,	22,2
Huile volatile,	2,6
Gomme,	54,4
Mucilage végétal,	9,3
Sulfates, benzoates, malates et acétates de potasse et de chaux,	1,4
Substances étrangères,	1,6

La myrrhe est plus facilement attaquée par l'eau que par l'alcool ; elle se dissout dans un mélange d'éther nitreux et d'alcool, et dans un mélange d'ammoniaque et d'esprit-de-vin. Brûlée, elle laisse un résidu de 3,6 de cendres formées de sels à base de potasse et de chaux.

Il existe dans le commerce une myrrhe de qualité inférieure à la précédente. Elle est en morceaux généralement plus gros, anguleux, plus foncés en couleur, d'un éclat gras, d'une odeur plus faible, nauséeuse, d'une saveur chaude, un peu différente de celle de la vraie myrrhe. Elle est de qualité inférieure, et ne doit jamais lui être substituée.

La myrrhe est employée par les pharmaciens, les parfumeurs et les distillateurs. Elle entre dans l'élixir de Garus.

L'origine de la vraie myrrhe est mal connue : on a présumé qu'elle découlait de l'*amyris kataf*, de Forskal, qui appartient

à la famille des térébenthacées. Ehrenberg et Hemprich la font venir du *balsamodendrum myrrha*, de la même famille. La myrrhe nous vient de l'Arabie et de l'Abyssinie en caisses de 80 à 150 kilog.

Oliban, ou *encens*. Substance solide, sous forme de larmes, d'un blanc roussâtre ou brunâtre, présentant une cassure sale, résineuse, se pulvérisant facilement, possédant une odeur peu intense, qui se développe beaucoup par la combustion. L'oliban se ramollit par la chaleur, et continue à brûler de lui-même lorsqu'on l'a enflammé. Brûlé, il laisse un résidu de 2,75 p. 0/0 de cendres. Sa densité est de 1,221. Il a été soumis à l'analyse chimique par Braconnot et par Pfaff. Selon le premier de ces chimistes, il contient 56,0 de résine, 5,2 d'huile volatile, et 30,8 de gomme. La résine de l'oliban est insipide, se ramollit à 100°, fond à une température plus élevée, et brûle en répandant une odeur d'encens. L'alcool et l'acide sulfurique le dissolvent; l'acide nitrique le transforme en amer. L'huile volatile est jaunâtre, et possède une odeur qui rappelle celle du citron.

On ne connaît pas avec certitude l'arbre qui produit l'oliban; les uns le rapportent aux *juniperus lycia* et *thurifera*, de la famille des conifères, qui croissent dans l'Asie-Mineure; d'autres le rapportent au *boswellia serrata*, Decandolle, qui croît au Bengale. Il en est de l'encens comme de la myrrhe : beaucoup de produits différents sont confondus sous ce nom; cela est d'autant plus probable, qu'on en reçoit de pays très éloignés les uns des autres.

M. Banon, pharmacien du lazaret de Toulon, a apporté en France une matière résineuse qui a reçu le nom d'*encens de Cayenne;* elle était formée de deux produits très différents l'un de l'autre, qui ne se mêlaient même point sur l'arbre; l'un était jaune de soufre, très odorant, translucide, mou ou ramollissable par la chaleur; il s'attachait fortement aux doigts, et se trouvait principalement formé par une huile volatile et une résine soluble dans l'alcool froid; l'autre était blanc, dur, formé de couches aplaties, présentant une structure fibreuse, bien développée, les fibres étant presque toujours perpendiculaires aux couches de résine. Cette dernière résine n'était bien soluble

que dans l'alcool bouillant. Cette substance découle de l'*icica heptaphylla* d'Aublet. La résine jaune de l'*icica heptaphylla* avait beaucoup d'analogie avec la résine animée, *odorante*, du commerce, et avec une espèce d'élémi qui vient d'Amérique. Une résine nommée *colophane* à l'Ile-de-France ressemble complétement à l'encens de Cayenne.

L'oliban nous vient en caisses ou en caffas de 130 à 200 kilog.

Opopanax. Substance en morceaux irréguliers, petits, compactes ou caverneux; d'un rouge brun, sèche, fragile, à cassure séreuse, possédant une odeur de racine d'ache très prononcée, une saveur un peu âcre, qui rappelle fortement cette odeur. Cette substance est inflammable; sa densité est de 1,622. L'opopanax, soumis à l'incinération, laisse un résidu de 0,035 de cendres formées de carbonate de chaux, de silice, de carbonate, de malate et de sulfate de potasse. Du reste, il est composé ainsi qu'il suit :

Résine,	42,00
Gomme,	33,40
Ligneux,	9,80
Amidon,	4,20
Acide malique, } Malate de chaux, }	2,80
Matière extractive	1,60
Cire,	0,30
Caoutchouc,	traces.
Huile volatile et perte,	5,90

La résine est fusible à 50°; elle est soluble dans l'alcool et dans l'éther; les alcalis la dissolvent, les acides la précipitent de cette dissolution. La gomme, dissoute dans l'eau, est précipitée par l'acétate tribasique de plomb et par l'alcool; le protonitrate de mercure, le nitrate d'argent et l'eau de chaux, n'agissent point sur elle d'une manière sensible.

L'opopanax provient du *pastinaca opopanax*, L., de la famille des ombellifères. Nous le recevons en caisses de poids variables.

Sagapenum. Cette gomme-résine ressemble beaucoup au galbanum en sorte, mais elle en diffère par une odeur alliacée

qui l'a fait confondre quelquefois avec l'assa-fœtida; mais ses propriétés sont généralement plus faibles, et elle ne rougit pas à l'air et à la lumière comme cette dernière. Brandes a trouvé la composition suivante au sagapénum :

Résine soluble dans l'éther,	47,89
Id. insoluble dans l'éther,	2,38
Huile volatile,	3,73
Gomme mêlée avec des sels,	32,72
Mucilage,	4,48
Sulfate et malate de chaux,	0,85
Phosphate de chaux,	0,25
Corps étrangers,	4,30
Humidité,	4,60

L'huile volatile paraît formée par la réunion de deux huiles différentes, dont l'une, plus volatile que l'autre, possède l'odeur alliacée, et dont l'autre a une odeur qui rappelle celle des ombellifères. La résine, soluble dans l'éther, devient bleue quand on la traite par l'acide chlorhydrique.

On pense généralement que le sagapénum provient de la *ferula persica*, L. Nous la recevons de la Perse.

Scammonées. La composition des scammonées et les sucs laiteux qui les fournissent, les placent parmi les gommes-résines. On a réuni sous le nom de scammonées des sucs différents, qui jouissent de propriétés purgatives à un haut degré.

La scammonée dite d'Alep est en masses poreuses, peu denses, grises, friables; elle donne une poussière qui s'attache aux doigts et les rend très poisseux. Délayée dans l'eau, elle la rend laiteuse. Sa saveur est amère, puis très âcre; son odeur est analogue à celle du beurre légèrement rance.

Cette scammonée a été examinée par M. Guibourt, qui l'a trouvée formée de :

Résine,	75,00
Extrait alcoolique,	6,25
Extrait gommeux,	3,12
Matière végétale insoluble,	7,25
Matière terreuse,	8,38

Cette substance découle, par des incisions; de la racine du *convolvulus scammonea* de Linné. On nous l'expédie en caisses rondes, appelées bustas, du poids de 25 kilog. environ. (*Trait. des prod. nat. des courtiers de la Bourse.*)

La scammonée de Smyrne est en masses plus compactes que la précédente ; quelquefois elle a été modelée en cylindres irréguliers ou en plaques épaisses de 1 à 2 cent.

Bouillon-Lagrange et Vogel l'ont trouvée formée de :

Résine,	60
Extrait alcoolique,	2
Extrait gommeux,	3
Matières insolubles,	35

Cette scammonée vient de Smyrne, en Natolie. On a pensé pendant long-temps qu'elle provenait du *periploca scammonium* de Linné, qui appartient à la famille des apocynées; mais actuellement les pharmacologistes semblent disposés à la rapporter à la même plante que la scammonée d'Alep. Nous la recevons en caisses de divers poids.

La scammonée dite de Montpellier est en masses ou galettes compactes, dures, épaisses de 1 cent. 1/2 environ, et présentent une cassure analogue à celle du beau cachou. Cette dernière substance, qui s'extrait du *cynanchum monspeliacum*, L. (apocynées), diffère entièrement des précédentes. Elle est peu estimée, et n'est usitée que dans l'hippiatrique.

L'opium, qui est un suc laiteux, épaissi, aurait pu être traité ici; mais les nombreux produits chimiques qu'il fournit exigent qu'on en fasse un article à part.

A. Baudrimont.

GOND. (*Technologie.*) Le gond se compose de deux parties, le gond proprement dit, et la penture qui s'attache après la porte au moyen de vis ou de clous rivés. Le gond est une pièce de forge que tout le monde connaît. Nous n'en aurions point parlé, si nous n'avions un perfectionnement à constater.

Un gond ressemble assez à un fort clou à crochet, à cette différence près qu'il n'est pas simplement, comme le clou, un fer coudé; ordinairement, surtout lorsqu'il s'agit de forts gonds,

le tourillon qui entre dans la douille de la penture est soudé après la tige, et l'on réserve autour de ce tourillon un épaulement sur lequel appuie le champ de la douille de la penture. C'est justement dans la conformation particulière de cet épaulement que réside le perfectionnement dont nous voulons parler.

Lorsque le plancher d'une chambre n'est point parfaitement de niveau, il devient difficile que la porte, dans son mouvement circulaire, puisse fermer exactement et remplir la baie. Dans ce cas, on fait l'épaulement incliné, et, si l'on veut, on peut aussi faire incliner le champ de la douille de la penture qui appuie sur l'épaulement. Par cette simple disposition, la porte sera soulevée au fur et à mesure qu'on l'ouvrira; et lorsqu'elle se fermera elle redescendra au niveau du plancher. Cette inclinaison offre encore cet avantage, que la porte, livrée à elle-même, se ferme seule, et sans qu'il soit besoin de ressorts ou de poids pour la ramener. Paulin Desormeaux.

GOUDRON. (*Technologie.*) On a donné le nom de goudron à un produit complexe, qui est composé, selon Berzélius, d'une huile pyrogénée mêlée à de l'huile de térébenthine, à de la colophane, à de l'acide acétique, et à des résines non détruites, mais pyrogénées, produit que l'on obtient par une distillation étouffée et *per descensum* des bois résineux.

Le goudron a été signalé dans divers ouvrages sous différents noms; ainsi on l'a désigné par ceux de *brai gras*, *brai liquide*, *tarc*, *poix liquide*, *poix navale* (pix navalis), *goudran*, *pissa*, *goudron vert* (green tar).

On a donné par extension le nom de goudron à des produits naturels, au malthe, au pétrole tenace, etc., et ceux de *goudron de houille* (coal tar), *goudron et huile de charbon de terre*, au produit que l'on obtient de la distillation à vase clos du charbon de terre.

Le mode de fabrication du goudron, et les appareils qu'on emploie, ne sont pas les mêmes dans toutes les localités. Ainsi, dans quelques lieux, les appareils sont très simples, ils sont construits dans les forêts; dans d'autres, ce sont des fourneaux plus ou moins élevés, qui sont construits en briques, et qui sont munis de récipient pour recueillir le goudron.

Le procédé mis en usage dans les Landes de Bordeaux est le suivant. On établit, loin des habitations et à une distance des forêts telle qu'il n'y ait rien à craindre pour l'incendie, un four composé de trois parties, l'*aire*, la *cave* ou le *récipient*, et enfin la *gouttière*.

L'aire, qui est concave dans son plan, occupe une étendue de 10 à 15 mètres de circonférence; elle doit être située sur un tertre élevé de 2 mètres environ au-dessus du terrain qui l'avoisine. Elle est quelquefois pavée dans son entier, d'autres fois dans les deux tiers de son étendue; la partie qui n'est pas pavée est formée avec de l'argile battue, qui forme le complément du pavage. Au centre de l'aire est une ouverture ronde qui correspond à une gouttière qui est destinée à recevoir et à conduire le goudron dans la cave ou récipient.

La cave est ordinairement une fosse dont la figure est un carré long; son étendue varie d'après la grandeur du four; sa profondeur est de 1 mètre au-dessous du terrain ordinaire; cette cave est garnie dans son intérieur de madriers équarris, joints entre eux, et qui portent sous l'aire et dans le pourtour et élévation; elle est couverte en forme d'appentis avec de forts madriers ajustés, et recouverts en terre; ces madriers sont posés dans le sens de leur longueur, suivant l'inclinaison du plan de l'aire du four, dont cette couverture soutient une partie.

La gouttière, prise à son origine sous le pavé de l'aire, présente une ouverture dans le centre même du four. Elle peut être formée d'un tuyau en fer, auquel on ajuste une pièce de bois perforée, qui va s'ajuster à une autre pièce de bois aussi perforée, et posée dans le sens oblique, de manière à former avec la première pièce un angle obtus. Cette dernière pièce passe derrière les madriers du fond de la cave, où elle est solidement ajustée, et elle les dépasse dans son intérieur d'environ 15 centimètres; l'extrémité inférieure de la gouttière présente une ouverture d'environ 5 à 6 centimètres de diamètre, destinée à donner écoulement au goudron. Cette ouverture est fermée à volonté à l'aide d'une perche dont le bout a été ajusté à cette même ouverture, que l'on ouvre ou que l'on ferme selon que l'opération le demande.

Lorsqu'un four est ainsi construit, on le *charge*; on implante

verticalement dans le four, à l'orifice du trou destiné à donner issue au goudron, et cela à l'aide de la gouttière, une longue perche en bois de pin qui n'ait point encore donné de résine. Cette perche étant placée, on élève autour un premier plancher de bois résineux, en inclinant l'extrémité inférieure des bûches vers le bas de la perche; sur ce lit de bois on en construit un deuxième, d'un diamètre moins grand, et ainsi de suite, de manière à obtenir un tas de bois ayant la forme d'un cône. Lorsque le bois est ainsi entassé, on retire la perche, on laisse quelques jours le bois se rasseoir avant de chaperonner le cône; cette suspension de temps est nécessaire, car si le bûcher s'affaissait après le chaperonnage du cône, il en résulterait des crevasses par lesquelles l'air s'introduirait, ce qui donnerait lieu à une combustion rapide et à la perte du goudron; l'opération serait alors manquée.

Lorsque le bûcher est resté assez long-temps pour que le bois ait pu se tasser, on procède au chaperonnage, qui se fait de la manière suivante : on étend sur le bûcher des copeaux provenant de la préparation des bois ou des incisions faites aux pins que l'*on résine*. Lorsque le bois en est entièrement recouvert, on y jette encore des feuilles sèches, et quelquefois de la paille; puis on recouvre le tout avec des carrés et mottes de terre, de gazon de marais, que les résiniers nomment *gazes*. On laisse dans le pourtour et près de l'aire de petits intervalles non fermés par les gazons; ces intervalles sont destinés à allumer dans ces endroits, si le feu avait besoin d'être activé.

Lorsque le chaperonnage est terminé, on laisse en repos pendant vingt-quatre heures, afin que les gazons aient le temps de se consolider, puis on met le feu au bûcher par cinq ou six ouvertures différentes.

Dès que le feu est mis au bûcher, il faut avoir le plus grand soin de le régulariser; à cet effet, on réunit autour du cône huit à dix hommes armés de pelles, pioches et perches, et qui doivent remédier aux accidents qui se manifesteraient, c'est-à-dire qui bouchent les crevasses dès qu'il s'en forme, enfin qui prennent toutes les précautions convenables pour que la combustion s'opère lentement.

Dès que la combustion est uniforme, et qu'elle a pris un cours

régulier, les ouvriers abandonnent le bûcher, à l'exception d'un seul, le *dépasseur*, qui, assisté d'un aide, suffit pour conduire l'opération à sa fin. Il est cependant nécessaire que l'ouvrier qui reste ait de la pratique, la conduite du feu exigeant de l'expérience pour que l'opération ait de bons résultats. En effet, on a remarqué qu'un feu trop vif donnait lieu à la décomposition d'une partie du goudron et à sa carbonisation, tandis qu'un feu trop lent était cause qu'une partie de la résine restait engagée dans le bois; qu'il y avait carbonisation incomplète de ce dernier; qu'enfin le goudron obtenu contenait une quantité d'eau que ne doit pas contenir le goudron de bonne qualité.

Le dépasseur doit aussi savoir reconnaître le point où en est la distillation. A cet effet, dans le cours de l'opération, vers le troisième jour, il ouvre la gouttière pour reconnaître où en est le goudron, et s'il voit que la matière coule *grasse* et *rousse*, c'est un indice qu'elle n'est point assez cuite : il referme le conduit; au bout de dix à douze heures, il recommence la même épreuve, et lorsque le goudron présente les caractères qui indiquent qu'il est arrivé au point convenable, il le laisse couler, puis il referme la gouttière, afin de ne pas donner passage à l'air (1); il l'ouvre ensuite plus tard et à plusieurs reprises, pour recueillir tout le goudron condensé.

L'opération dure ordinairement cinq jours, et ce n'est guère que le troisième jour, après soixante ou soixante-douze heures de feu, que l'on ouvre la première fois la rigole pour examiner le goudron, et pour le recueillir lorsqu'il est *cuit ;* pendant cet espace de cinq jours, le dépasseur doit avoir l'attention : 1° de frapper assez légèrement avec une lance de bois sur le chaperonnage, à mesure que le bois se consume et que la charge du four s'affaisse, pour qu'il ne reste pas un trop grand espace vide, ce qui alors procurerait au feu trop d'activité ; 2° de remédier à toutes les fissures qui peuvent se produire; 3° de conduire le feu, soit en pratiquant des ouvertures sur tel ou tel point, soit en fermant les ouvertures pratiquées, si le besoin s'en fait sentir.

(1) On a proposé de régler l'écoulement du goudron à l'aide d'un tube qui, plongeant dans le goudron lui-même, permettrait au liquide de s'écouler continuellement, sans qu'il y ait accès d'air.

Pendant l'espace de soixante à soixante-douze heures, une portion du goudron reste sur l'aire du four, mais, selon le dire des ouvriers, le séjour de cette matière dans cette partie du four est nécessaire pour obtenir du goudron bien cuit et ayant la perfection désirable. Cependant le goudron qu'on obtient dans les différentes époques de l'opération n'est pas de même qualité; ainsi celui qui découle en premier lieu est le plus gras, le moins cuit, et considéré comme le moins bon; celui qui découle ensuite est meilleur; enfin, celui qu'on obtient en dernier lieu est *maigre*, en partie brûlé et par trop liquide. Pour obtenir une bonne sorte, nous disait un dépasseur, il faudrait avoir un réservoir assez grand pour mêler toutes les venues, et n'en faire qu'une seule.

Le goudron de bonne qualité possède les caractères suivants : il est de couleur jaune d'or, liquide, visqueux, doux au toucher, et conservant long-temps de la mollesse. Un mode d'essai commercial de ce produit consiste à présenter à l'ouverture de la bonde d'une barrique pleine de goudron une baguette de bois de la grosseur d'une baguette de fusil, et longue d'un mètre. Cette baguette doit par son propre poids descendre lentement dans ce liquide, qui ne doit présenter qu'une légère résistance ; lorsqu'on retire ensuite cette baguette, elle doit avoir tout au plus doublé de volume, par le goudron qui s'y est attaché, et, au bout de deux ou trois minutes, le goudron doit s'en être entièrement séparé.

Le bois employé dans les Landes de Bordeaux pour obtenir le goudron provient des pins qui ne donnent plus que des produits résineux médiocres et en petite quantité. On abat ces arbres du 15 septembre au 1er novembre; on les coupe à douze pieds environ des racines; ce billon de douze pieds est la seule partie de l'arbre qui soit employée à faire du goudron (1) (les autres parties étant employées à faire des planches, des bordages, etc.); elle est laissée sur le sol pendant tout l'hiver. Au printemps, ces billons sont de nouveau sciés en deux parties,

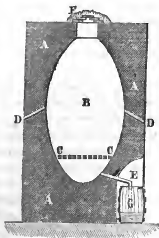
(1) La partie du tronc qui est restée en terre, et qui touche aux racines, donne, dit-on, le meilleur goudron; mais il faut que ces souches, avant d'être brûlées, restent en terre pendant trois ou quatre ans, afin que l'aubier qui entoure les parties ligneuses du bois soit détruit.

et fendus en huit morceaux ou bûches; ces bûches sont ensuite placées en faisceaux, de manière à ce qu'elles puissent pendant tout l'été être exposées à un courant d'air qui les dessèche; au mois de septembre, époque de la distillation ou du *dépassage*, ces bûches sont encore sciées en deux dans leur longueur, et fendues de manière à ce que les bûchettes n'aient plus qu'un pouce d'épaisseur environ; ainsi fendues, elles finissent de sécher pendant le temps qu'exige le *fendage* et le transport près des lieux où les fours sont établis.

Un four ordinaire donne environ 15 barriques de goudron du poids de 150 kilog. chaque, et de 220 à 240 hectolitres de charbon; il faut pour le charger 45 charrettes de bois, ou 22,000 pesant de bois.

Comme nous l'avons déjà dit, dans d'autres lieux les appareils employés sont différents de l'appareil mis en usage dans les Landes de Bordeaux. Dans le Valais, on fait usage du four suivant.

Fig. 1.



Pour préparer le goudron, ce four se compose d'une maçonnerie en briques A, d'une cavité elliptique où s'opère la distillation B, d'une grille en fer C, d'ouvraux ou évents pour donner de l'air D, d'un conduit par lequel s'écoulent les produits E, d'une maçonnerie qui supporte un couvercle destiné à fermer le four F, enfin d'un récipient G.

On opère avec ce four de la manière suivante : on dispose sur la grille les bûchettes de pin (1), et on remplit toute la

(1) En Suède, on se sert du bois du *pinus silvestris;* dans la Caroline du Nord, du bois du *pinus palustris;* en Amérique et en France, on se sert en grande partie du bois du *pinus maritima.*

capacité A de l'appareil; on recouvre la partie supérieure avec des pailles chargées de goudron, et des copeaux de pin auxquels on met le feu; dès qu'il est bien allumé, et que la température convenable s'est propagée dans toute la masse, on élève une maçonnerie cimentée avec du mortier; on pose le couvercle, et la distillation commence bientôt; les produits se rassemblent sous la grille, déposant dans la partie inférieure de la cavité elliptique les corps étrangers qu'ils ont entraînés, et, parvenus à la hauteur du conduit, ils coulent à l'extérieur, où ils sont reçus dans le récipient G, qui se trouve à l'extérieur, à l'aide d'un tuyau qui peut être fermé ou ouvert à volonté.

On emploie en Allemagne un cylindre en tôle, muni à la partie inférieure d'une gouttière, et fermé hermétiquement par le haut; après avoir chargé ce cylindre, qui se trouve placé au milieu d'un autre cylindre construit en maçonnerie, on fait le feu entre les deux cylindres; en réglant convenablement la chaleur, on perd très peu de goudron; on recueille au commencement de l'opération un liquide résineux qui a été appelé *bile de goudron*. Cette matière, laissée en repos, offre à sa surface un liquide peu coloré, qui donne par sa distillation avec l'eau une espèce d'huile de térébenthine infecte, qui dépose dans le vase distillatoire un résidu analogue à la poix blanche; on obtient ensuite du goudron.

M. Streignarts, curé de Reppel, arrondissement de Ruremonde, fit connaître, en 1818, au roi des Pays-Bas, qu'il avait construit un nouvel appareil pour la fabrication du goudron avec le bois du *pinus larix*, demandant que son fourneau fût examiné par une commission, qui fut d'avis que l'appareil de M. Streignarts était avantageux. De ce qui a été publié sur ce sujet dans les *Annales belges*, IVe livr. 1824, p. 25, il résulte que l'appareil de cet ecclésiastique est un appareil distillatoire (1) qui fournissait d'abord un liquide aqueux, clair et jaunâtre, puis un liquide d'une couleur plus foncée, enfin du goudron; mais ce goudron contenant de l'humidité, il fallait l'ex-

(1) Ce mode d'opérer par distillation n'est pas nouveau; avant 1790, le prince de Nassau l'avait mis en usage à Sarbruck pour la distillation du charbon de terre.

poser à l'action du feu, et le faire cuire pour évaporer l'eau, puis le faire brûler pendant quelques minutes pour l'épaissir davantage, l'éteignant ensuite en recouvrant le vase métallique dans lequel on faisait cette opération, avec une toile mouillée, ou bien avec un couvercle en tôle.

On a proposé aussi l'emploi, pour la fabrication du goudron, de l'appareil à carboniser le bois de M. Schwartz. (V. la fig. 236, t. III, p. 76 et suiv.)

Des brevets d'invention ont aussi été obtenus par MM. Imer, Gawey, Kessel et Florer, Lhomond, Derosé et Guille. Darracq, pour la construction de fours et la fabrication du goudron. Le brevet de MM. Imer a été publié dans le tome Ier des *Brevets d'invention;* ceux de MM. Lhomond, Derodé, Guille et Darracq, sont expirés

Le goudron le plus estimé dans le commerce est celui du Nord; cependant les savants sont d'avis que les goudrons des Landes valent ceux du Nord (1). Les goudrons sont quelquefois trop mous, d'autres fois trop solides. On a reconnu qu'on pouvait améliorer ces goudrons de *mauvaise qualité, s'ils sont trop mous*, en les faisant *recuire* pour vaporiser l'eau et l'acide acétique qui les altèrent, les décantant après les avoir tenus en fusion tranquille, afin d'en séparer le sable et les matières terreuses qu'ils auraient pu retenir; s'ils sont trop durs, en les mêlant avec un peu d'huile de térébenthine pour leur donner la fluidité convenable.

Brai gras. Ce produit, qui est plus solide que le goudron, s'obtient, soit 1° en faisant cuire à l'air libre le goudron; 2° en le distillant dans des alambics, poussant l'opération jusqu'à ce que le résidu ait acquis la propriété de se durcir et de devenir cassant lorsqu'il est froid, mais de s'amollir par la chaleur de la main au point de pouvoir être tiré en fils allongés; 3° en prenant parties égales de brai sec, de goudron et de poix grasse, faisant cuire ces substances ensemble dans une chaudière de

(1) Le préjugé en faveur des goudrons du Nord a déterminé les fabricants de goudron à emballer leurs produits dans des tonneaux ou *gonnes* semblables aux emballages du Nord, et de la même contenance; par ce moyen, ces goudrons sont vendus comme *goudrons du Nord.* Cette manière de faire perpétuera le préjugé sur la supériorité des goudrons du Nord.

fonte, et coulant le produit dans des moules ou dans des futailles.

Les usages du goudron sont assez nombreux ; on l'emploie pour enduire les bois, les cordes, les métaux, pour les préserver de l'humidité ; il sert à recouvrir la carène des vaisseaux ; dans ce cas, on l'applique à chaud et sur des surfaces sèches. On donne ordinairement une seconde couche, en employant, pour que l'enduit soit plus épais, du goudron dans lequel on a fait dissoudre à chaud du brai gras (1).

Le goudron, mêlé à des substances terreuses ou à de la chaux, sert à faire des mastics, des ciments imperméables à l'eau. Les jardiniers s'en servent pour couvrir les plaies des arbres dues à l'enlèvement de grosses branches. On se sert aussi d'une eau de goudron dans l'opération du tannage.

Le goudron a été employé en médecine et dans l'art vétérinaire.

Un Anglais, M. Hancock, a pris un brevet pour un moyen de rendre la poix et le goudron plus élastiques, afin qu'appliqués sur les bois, les cordages, les toiles, ces objets soient moins perméables à l'eau, et que la couche goudronneuse soit moins facile à se fendre ou à s'écailler. Ce moyen consiste à faire dissoudre du caoutchouc dans de l'essence de térébenthine, et à mêler cette solution à la poix ou au goudron seuls ou mélangés, et rendus liquides par la chaleur. A. Chevallier.

GOUDRON DE HOUILLE. (*Technologie.*) Le goudron de houille peut s'obtenir par des procédés analogues à ceux mis en pratique pour obtenir le goudron des bois résineux. Les premiers appareils décrits pour la préparation de ce vernis sont

(1) Le docteur Oriot, de Dunkerque, a fait connaître la préparation d'un goudron vermifuge propre à préserver les bâtiments de mer des insectes qui perforent les bois. Ce goudron est le goudron ordinaire, dans lequel on fait entrer une huile chargée des principes amers, de l'absinthe, de la petite centauree, de la tanaisie, de la gentiane, de l'aurone, du bois de Surinam, du marube, et d'autres plantes amères. Des expériences faites à Dunkerque, dans le port, semblent démontrer l'efficacité de ce goudron. Déjà on avait conseillé de se servir, dans le même but, du goudron obtenu de la distillation des côtes de tabac.

dus, 1° à Becher, qui avait appliqué à l'extraction du goudron de charbon de terre le procédé appliqué par les Suédois pour retirer du bois le goudron végétal ; 2° le procédé du prince de Nassau, mis en pratique à Sarbruck, consistait à placer dans chacune des cornues d'argile placées sur neuf fourneaux, deux mille livres de charbon de terre, qu'on introduit par une porte pratiquée dans les parois des cornues, à joindre et à luter le col de ces cornues à un tube de fer qui communiquait à divers récipients dans lesquels se rendait le goudron; 3° celui du lord Dundonald, qui employait à l'épuration du charbon de terre un fourneau ayant la forme d'un cône renversé; au sommet de ce cône est une petite grille qui répond aux cendriers; à la réunion des bases du cône renversé et du paraboloïde sont des trous percés à différentes distances tout autour des fourneaux, afin d'établir une communication d'air de l'intérieur à l'extérieur, il y a de ces trous depuis la base du paraboloïde jusqu'au sommet.

Le sommet du fourneau est muni de deux ouvertures : l'une, dans la direction de l'axe, est recouverte avec un chapiteau luté, et sert à l'introduction du charbon ; l'autre, un peu sur le côté, est munie d'un tuyau qui établit une communication entre le fourneau et une grande chambre hermétiquement fermée, chambre qui communique avec deux autres par des tuyaux. Dans la troisième et dernière chambre il y a une cheminée très haute et très étroite qui sert à donner passage aux gaz incoërcibles. Chacune de ces chambres est munie par le bas d'un robinet au moyen duquel on retire les liquides qui s'y sont condensés. Les fourneaux du lord Dundonald contenaient de 14 à 15 milliers de charbon qu'ils convertissaient en coke.

Le goudron de houille s'obtient chez nous lors de la carbonisation à vase clos pour préparer le coke, ou bien lors de la distillation de la houille pour obtenir le gaz pour l'Éclairage.

Le goudron de houille, moins estimé que le goudron des bois résineux, a cependant ses usages. L'Académie des sciences a reconnu que ce goudron, employé pour recouvrir les cordages, était moins bon que le goudron de bois, mais qu'il était préférable pour recouvrir le bois, parce qu'il pénétrait mieux

dans les parties ligneuses. On l'emploie aussi pour recouvrir le fer et le préserver de la rouille.

Le goudron de houille, soumis à la distillation, fournit une huile volatile qui a été obtenue pour la première fois par le lord Dundonald, qui s'en est servi pour faire dissoudre de la résine et obtenir un vernis qu'il regardait comme étant préférable au vernis à la térébenthine (1).

C'est avec une huile semblable, obtenue de la distillation du goudron provenant des fabriques de gaz pour l'éclairage, qu'on fabrique, aux Thernes, près Paris, chez M. Brillantais, le vernis au caoutchouc employé dans les tissus Rattier et Guibal. On introduit ce goudron dans un alambic, et on chauffe. L'huile essentielle passe à la distillation, et on obtient un résidu, une matière épaisse, qui reste dans le fond du vase distillateur.

On se sert encore du goudron de la houille : 1° pour imprégner du charbon de terre qu'on emploie comme moyen de chauffage dans les fabriques; 2° pour goudronner les bois dans la marine; mais il faut le rapprocher, c'est-à-dire le faire recuire; 3° pour faire un mastic qu'on coule en plaque, et qui peut servir à faire des trottoirs, des dallages; ce mastic se fait avec le goudron fondu et rapproché, auquel on mêle des matières terreuses réduites en poudre. On a aussi tenté d'en retirer du gaz pour l'éclairage.

Le goudron de houille contenant de l'ammoniaque, on peut lui enlever cet alcali par l'acide sulfurique, et laver ensuite le goudron avec de l'eau.

L'exploitation du goudron de la houille provenant des fabriques pour l'éclairage, à Londres, a donné naissance à une grande manufacture, qui se trouve dans cette ville près des docks des Indes-Orientales. On y travaille ce goudron. On en retire : 1° l'huile essentielle, appelée naphthe, qu'on livre au prix de 4 fr. 37 c. le gallon ; 2° un vernis noir, pour appliquer

(1) Lord Dundonald dit qu'on peut obtenir du charbon de terre, du charbon épuré, du goudron, du noir de fumée, de l'alcali volatil, du muriate d'ammoniaque, du sel de Glauber, de la soude. (*Essai sur les goudrons du charbon de terre*, par Faujas, annoté par Hasenfratz, in-8°, 1791. Cuchet, Paris.)

sur le fer, qui est vendu 5 c. la livre; 3° du noir de fumée qui se vend 1 fr 80 c. la livre.

Selon Berzélius, le goudron de la houille consiste, en une dissolution de pyrétine, dans de la pyrélaïne, combinée en partie avec de l'ammoniaque, et contenant de la napthaline, produit découvert par Garden, et ainsi dénommé par Kidd.

A. Chevallier.

Goudron de bois (*Goudron pyroligneux*). (*Technologie.*) C'est un produit secondaire qu'on obtient dans la distillation des bois non résineux. Il peut s'obtenir par les mêmes procédés que ceux employés pour préparer le goudron avec les bois résineux. (Voir l'article Carbonisation.) Lors de cette distillation, on obtient, outre le goudron, de l'acide pyroligneux, et un produit alcoolique désigné successivement sous les noms d'*esprit de bois*, d'*éther pyroligneux*, d'*esprit pyro-oxalique;* enfin de *méthylène*, produit qui a été reconnu comme étant composé de 1 volume de carbone, de 2 volumes d'hydrogène, et d'un 1/2 volume d'oxigène.

A. Chevallier.

Goudron de l'épiderme du bouleau. (*Technologie.*) Le produit qu'on obtient de la distillation à vase clos de l'épiderme du bouleau mérite de fixer l'attention. Ce produit, qui est composé de goudron, d'une huile odorante, d'un peu d'eau et d'acide pyroligneux, étendu sur les cuirs, sur les tissus, leur communique une odeur particulière, qui est celle du cuir de Russie, odeur qui a quelque chose de désagréable, mais qui est cependant recherchée, parce qu'elle est à la mode.

Le goudron peut s'obtenir en introduisant dans des vases distillatoires l'épiderme du bouleau, chauffant ensuite pour décomposer cette épiderme, qui fournit un liquide oléagineux qu'on recueille dans des récipients.

Le produit qu'on obtient a une odeur plus agréable lorsqu'au lieu d'agir sur l'épiderme de l'arbre, on agit sur la matière qu'on en extrait par l'alcool bouillant, et qui a été nommée *bétuline*. Cette matière, qui est blanche, qui a quelque chose de cristallin, fournit alors un produit qui peut être appliqué sur les tissus; mais la quantité qu'on obtient est peu considérable, et son prix est assez élevé.

Le goudron de bouleau a été employé avec succès par MM. Duval et Grouvelle dans le corroyage et la préparation des *cuirs dits de Russie*, qui servent à la reliure des livres précieux, cuirs qui, dit-on, ont la double propriété d'éloigner les vers qui rongent les livres, et de résister à l'humidité.

Le procédé employé par les Russes pour obtenir ce produit consiste en une distillation *per descensum*, opérée de la manière suivante : on remplit un grand pot de terre de l'écorce extérieure, blanche et mince, du bouleau, exactement séparée de la seconde écorce ; on bouche l'ouverture de ce pot avec un couvercle ou une bonde de bois percée de plusieurs trous destinés à donner passage au goudron ; lorsque le pot est ainsi fermé, on le renverse sur un autre pot de même forme, mais dont l'ouverture est plus large, de façon que le premier pot entre dans le second ; on lute ensuite le point de jonction des deux vases, et on place celui qui ne contient rien dans un trou, et on l'enterre. Ensuite, on allume du feu autour du pot qui renferme l'écorce, feu qui doit être continué plus ou moins long-temps, selon que le vase est plus ou moins grand ; ordinairement, au bout de deux ou trois heures, l'opération est terminée ; on laisse refroidir, on délute, et on trouve un produit brun dans le vase qui était enfoui en terre.

100 parties d'épiderme de bouleau sèches donnent, dit-on, 60 parties de ce produit, qui contient de l'acide pyroligneux.

On peut, lorsqu'on a obtenu par distillation le goudron de bétuline, le traiter par l'alcool, et obtenir une teinture qui communique au cuir, au maroquin, au carton, une odeur de cuir de Russie, odeur qui persiste pendant plusieurs années.

A. Chevallier.

Goudron pour les bouteilles. (*Technologie.*) On sait qu'il est nécessaire d'employer pour fermer hermétiquement les bouteilles de verre bouchées en liége un mastic qui est connu sous le nom de goudron, mastic qui est destiné à empêcher soit l'entrée de l'air, soit l'évaporation de quelques substances qui tendent à se volatiliser. Cadet a indiqué la formule suivante comme donnant un goudron de bonne qualité :

Cire jaune, 64 gram. (2 onc.)

Colophane,	128 gram. (4 onc.)
Poix résine,	128 gram. (4 onc.)

On fait fondre la cire, on y ajoute les résines, et quand le tout est bien liquide, on y plonge le goulot des bouteilles, que l'on tourne ensuite sur elles-mêmes, pour que la couche de goudron s'étende également sur toutes les parties du col.

On peut colorer ce goudron en noir à l'aide du noir de fumée; en rouge, à l'aide du cinabre; en jaune, à l'aide de l'ocre. On incorpore ces substances à la cire, au moment où elle entre en fusion; puis on ajoute les résines, et on mêle pour avoir une masse homogène.

On peut encore donner de la transparence au goudron en ajoutant aux substances que nous avons indiquées plus haut 2 onces de gomme laque. Quelques négociants de la Champagne font usage de cette formule ainsi modifiée.

Le désagrément que présente le goudron de s'attacher aux doigts, lorsqu'on débouche les bouteilles, a porté quelques personnes à substituer à une couche de goudron une couche de cire jaune fondue, ajoutant à cette cire une petite quantité, 2 onces par livre, de graisse d'axonge, faisant fondre, mêlant et plongeant le goulot des bouteilles dans ce mélange; d'autres emploient un mastic analogue à celui des fontainiers, mastic qui est composé de 2 parties de résine et de 2 parties 1/2 de ciment, faisant fondre la résine, et y incorporant le ciment.

Ce goudron est plus cassant, il s'attache plus difficilement aux mains. Pour un mastic renfermant du savon de chaux, voyez Savons. A. Chevallier.

GOUGE. (*Technologie.*) Nous n'aurions point fait une mention spéciale de ce mot entre ceux qui désignent une infinité d'autres instruments que nous avons passés sous silence, s'il ne se trouvait pas être de la même nature que les mots *bédane*, *ciseau*, *fermoir*, qui désignent non pas seulement un outil, mais une conformation propre à un grand nombre d'outils. (V. Bédane, etc.) Nous ne parlerons donc pas de tous les instruments qui portent le nom de gouge; nous dirons seulement ce qui fait qu'un outil est *gouge*, mot qui, dans bien des cas, devient adjectif. La gouge est un ciseau cannelé en gouttière. On ne lui donne

pas cette forme arrondie uniquement pour qu'il la reproduise sur les matières, mais bien parce qu'aussi cet instrument concave *débite* bien plus que le fermoir ou le ciseau plat. Toutes les fois qu'on se sert d'une gouge dans l'intention de transmettre sa forme sur les matières ouvrées, le biseau du taillant doit être pratiqué en dedans de la cannelure; c'est ainsi que sont affûtées la majeure partie des gouges de menuiserie et de charpenterie. Quand on n'emploie la gouge que pour dégrossir plus promptement, le biseau doit être en dehors, comme cela se pratique pour la gouge du tourneur et certaines gouges de menuisier.

On conçoit, d'après cette explication, qu'on ne doit point acheter au hasard, sans se rendre compte de la destination de l'outil; car, dans la fabrication, on a eu égard à cette destination, et les gouges ont l'acier en dedans ou en dehors de la cannelure, selon qu'elles doivent être affûtées en dehors ou en dedans. Lorsque la gouge est tout acier, on n'a point à faire attention à la destination; elle remplira toujours son objet, soit qu'on fasse le biseau en dedans ou en dehors; mais une gouge tout acier, surtout lorsqu'elle est forte, est chère et sujette à se rompre, lorsqu'on la destine aux gros ouvrages, dans lesquels elle est employée comme le fermoir, sur lequel on frappe à coups de maillet; elle a encore l'inconvénient d'être très dure, et, par conséquent, très difficile à affûter; tandis qu'une gouge fer et acier est promptement rendue coupante, la partie fer pouvant être limée, et, dans tous les cas, s'usant plus aisément sur la pierre. On devra donc, pour les grosses gouges, préférer celles acier et fer, parce qu'elles résistent davantage et qu'elles coûtent moins; les petites gouges pourront sans inconvénient être tout en acier.

Il y a entre autres deux espèces de gouges dans le commerce, celles du tourneur, qui sont épaisses derrière la cannelure, et dont la tige est unie; celles du menuisier, dont la cannelure est beaucoup plus profonde, et qui ont une embase sur laquelle appuie le manche, comme cela a lieu pour les ciseaux, fermoirs, bédanes, et autres outils sur lesquels on frappe avec le maillet; on trouve aussi de petites gouges de ciseleur et de sculpteur qui sont étampées.

Les gouges s'affilent de deux manières : 1° en conservant le bout droit, c'est-à-dire d'équerre avec les longs côtés ; 2° en arrondissant ce bout, ce qui donne au taillant une double courbure ; celle de la cannelure et celle de l'arrondi : cette dernière manière est bien plus facile que la première, et l'outil coupe plus vivement; mais alors il ne coupe pas aussi régulièrement, aussi nettement que lorsqu'on l'a affilé suivant la première méthode. C'est l'effet à produire qui décide de la méthode à adopter : assez ordinairement les gouges de menuisier sont affilées droit, que le biseau soit en dedans ou en dehors de la cannelure; les gouges de tourneur sont toutes affilées en arrondi, et même un peu en ogive ; elles sont alors plus friandes. On ôte le morfil de ces dernières avec de petites pierres arrondies de calibre avec la cannelure, et celles de menuisier, dont le biseau est en dedans de la cannelure, s'affilent également avec des pierres arrondies. Il faut, dans ce dernier cas, avoir bien soin que le taillant soit bien d'équerre avec les côtés, et ne point le festonner, comme cela a souvent lieu si cette opération n'est point faite avec attention.

Quant à ce qu'on nomme *gouge plate*, *gouge brisée*, ce ne sont pas à proprement des gouges. Paulin Desormeaux.

GOUTTIÈRES. Voy. Chenal.

GRADUATION (Batiments de). (*Chimie industrielle.*) Pour qu'un liquide tenant en dissolution un corps fixe puisse s'en séparer, il est nécessaire d'en augmenter la tension : la chaleur est le plus ordinairement appliquée à produire ce résultat; mais lorsqu'il s'agit de l'obtenir avec beaucoup d'économie, on peut suppléer à l'action du calorique par celle de l'air.

Un espace vide d'air et sec, ou rempli d'un gaz quelconque également sec, se charge de la même quantité de vapeur pour une température donnée, et l'évaporation cesse quand cet espace est saturé ; la seule différence que présente un espace vide comparativement à celui qui renferme un gaz, c'est que le passage du liquide en vapeur est beaucoup plus rapide dans le premier cas que dans le second; dans l'un comme dans l'autre, l'évaporation cesserait aussitôt que l'espace serait saturé de vapeur; mais s'il se renouvelle, la quantité de vapeur enlevée dépendra de cette dernière condition. Cependant si l'affinité du

corps dissous par l'eau est un peu considérable, l'évaporation diminuera de plus en plus, et quelquefois son renouvellement dans l'espace finira par cesser entièrement.

Si l'espace, au lieu d'être entièrement sec, renferme une plus ou moins grande proportion de vapeur, il ne pourra en enlever la même quantité; et s'il était primitivement saturé, sa température ne changeant pas, il n'en pourrait prendre aucune portion.

Si la température de l'espace vient à s'élever, la quantité de vapeur dont il sera susceptible de se charger augmentera dans le même rapport, de sorte que l'état de l'espace exercera la plus grande influence sur la quantité de vapeur qui pourra s'y répandre.

La rapidité du mouvement de la masse d'air accélère aussi l'évaporation; de sorte que si l'on renouvelle l'espace destiné à être saturé de vapeur, et qu'on lui procure un mouvement rapide, la quantité d'eau peut augmenter dans un très grand rapport, toutes choses égales d'ailleurs.

Enfin, si, au lieu de s'offrir sous une surface plus ou moins étendue, le liquide se présente à un grand état de division, la quantité évaporée pourra se trouver de beaucoup augmentée.

C'est sur ce principe qu'est fondée l'évaporation par la seule action de l'air; tantôt elle s'opère sur des liquides offrant de grandes surfaces, comme dans les *marais salants;* d'autres fois en multipliant le contact des liquides par le moyen d'un agitateur ou de l'insufflation; soit enfin en le divisant par sa chute sur divers corps.

Les appareils dans lesquels on opère cette dernière action portent le nom de *bâtiments de graduation*. Pour qu'ils remplissent les conditions que nous avons indiquées, ils doivent être formés d'un appentis dont l intérieur est rempli de fagots, de bois de corde ou de planches, sur lesquels tombe le liquide; on leur donne la forme d'un parallélipipède très allongé; l'un des grands côtés doit être placé sous le vent le plus habituellement régnant; des conduits convenables doivent permettre de répandre le liquide sur les deux surfaces parallèles, parce que le vent étant fort, pourrait en entraîner une assez grande proportion au

dehors si ce liquide tombait sur la surface opposée à celle sur laquelle l'air vient frapper directement.

Les bâtiments d'épines peuvent renfermer un seul ou trois rangs de fagots. La première disposition paraît être la plus avantageuse pour la rapidité de l'évaporation; cependant il existe un très grand nombre de bâtiments à trois rangées. La longueur d'un bâtiment est déterminée par les localités, sa largeur par le nombre de rangées de fagots; pour ceux à un seul rang, sa longueur est d'un peu moins de 1 à 10. Quant à la hauteur, elle se trouve déterminée par la nature des constructions et les moyens d'élévation de l'eau; elle varie entre 17 et 24 mètres (50 à 72 pieds).

L'eau est élevée par des pompes aspirantes et foulantes jusqu'à la partie supérieure, et répandue dans des canaux qui servent à la diriger sur les fagots au moyen de fentes qui sont fermées à volonté par des planchers glissants que l'on fait ouvrir de la partie inférieure du bâtiment au moyen de cordes, de poulies ou de leviers.

L'évaporation ayant lieu à la fois suivant le degré de sécheresse, de température et de vitesse de l'air, il est indispensable de reconnaître ces conditions; c'est ce à quoi l'on parvient facilement au moyen d'instruments appropriés.

Une seule chute sur les épines ne suffit pas pour élever l'eau au degré de salure convenable; des pompes la reprennent dans les bassins inférieurs, pour la graduer de nouveau, jusqu'à ce qu'elle renferme environ 16 p. 0/0 de sel.

Les bâtiments consistent en une charpente en bois, recouverte d'un toit qui abrite le système, et fait une saillie de 2 mètres au moins sur les fagots; quand on en établit une seule rangée, elle occupe le centre du bâtiment, et s'élève presque jusqu'à la partie supérieure; lorsqu'il y en a trois, la rangée centrale occupe à peu près le quart de la hauteur; sa largeur n'est pas plus grande que celle des rangées inférieures.

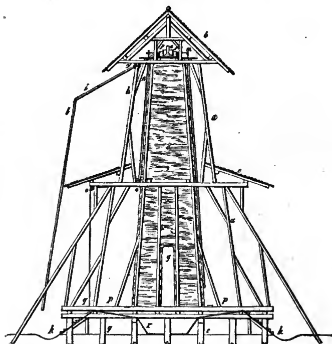
Toutes les espèces de bois ne sont pas également avantageuses pour les bâtiments de graduation : celles que l'on emploie de préférence sont le *prunus spinosa*, le *cratægus oxiacanthe*, et l'*hypophaë rhamnoïdes.* Le premier de ces bois est le meilleur,

parce qu'il a plus d'élasticité, et que les branches restent plus facilement écartées les unes des autres, et permettent un plus libre accès de l'air. Les branches à tiges roides sont préférables à celles à tiges pendantes, à l'extrémité desquelles l'eau se réunit en grosses gouttes, tandis que sur les tiges roides elle est plus divisée.

De deux en deux mètres, les fagots sont un peu écartés par des traverses en bois qui ont une légère inclinaison.

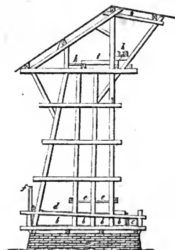
Le maximum d'évaporation obtenue dans une seule chute de l'eau salée ne dépasse guère 8 à 10 p. 0/0; mais cette proportion est bien loin d'être atteinte dans la plupart des cas.

Fig. 2.



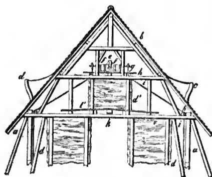
Les fig. 2 et 3 représentent l'élévation d'un bâtiment de graduation à un rang d'épines, prise dans la largeur, et à l'extrémité du bâtiment, dans lesquelles les mêmes objets sont représentés par les mêmes lettres.

Fig. 3.



a charpente, *b* toit supérieur, *c* toit inférieur, *d* fagots d'épines, *e* canal qui déverse l'eau dans les rigoles principales par des entailles pratiquées sur la paroi latérale, *f* rigoles recevant l'eau du canal et la distribuant sur les épines, *g* espace vide pour faciliter le mouvement de l'air, *h* pilier supportant l'anneau *j* par lequel passe le levier *i*, servant à fermer ou à ouvrir les entailles du canal *e*, *m* manivelle mise en mouvement par la corde *n*, passant sur les poulies *o o*, *p* plancher sur lequel tombe l'eau salée, *q* canaux conduisant l'eau dans les réservoirs, *r* réservoirs, *s* pilotis supportant le bâtiment, *t* chevrons du toit supérieur, *x* barres de bois transversales posées de 2 en 2 mètres pour empêcher le tassement des fagots, *v* point d'attache du levier *i* avec la planche mobile servant à ouvrir à volonté les entailles, *k* escaliers pour monter sur le plancher.

Fig. 4.



Les bâtiments à trois rangées d'épines offrent quelques différences, que montre la fig. 4 : *a* charpente, *b* toit, *c* ouverture pour la circulation de l'air, *d d* rangée d'épines inférieures, *d'* rangée supérieure, *e* canal principal, *f* rigoles latérales, *g* manivelle pour fermer ou ouvrir les rainures, *i* cordes de la manivelle se mouvant sur la poulie *h*, *k* espace

vide entre les rangées d'épines, *l* plancher recueillant l'eau qui égoutte des fagots supérieurs pour les déverser sur les fagots inférieurs.

Cette disposition des bâtiments est la plus ordinairement employée; mais trois autres systèmes ont été mis en usage pour parvenir au même résultat : on a remplacé les fagots d'épines par des cordes, des planches ou des ardoises.

Les bâtiments à cordes ont été imaginés par M. Dubutel en 1778. On les a employés sur une grande échelle à la saline de Moutiers.

Des cordes sans fin, qui descendent de la partie supérieure jusqu'au bas du bâtiment, servent à l'écoulement de l'eau ; ces cordes, petites, rapprochées et placées à égale distance sur toute la longueur du bâtiment, donnent lieu aux avantages suivants : l'eau s'écoule plus uniformément, recouvre une plus grande surface, est distribuée régulièrement autour des cordes, n'est pas exposée à être entraînée par le vent; et la circulation de l'air, ainsi que son renouvellement, ont lieu avec beaucoup de facilité.

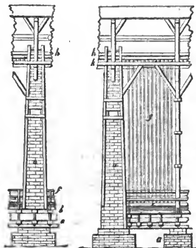
En se servant d'eau fortement chargée de sel on obtient 68 myriagrammes, ou 685 déc. cub., d'eau évaporée par mètre courant, par des temps ordinaires, tandis qu'avec le bâtiment à épines cette proportion ne peut être atteinte, sur de l'eau faiblement salée, que dans les temps les plus favorables. Le maximum d'évaporation est de 70 myriagr., ou 700 déc. cub., par vingt-quatre heures, par mètre de largeur ou sur une surface verticale de 8 à 9 mèt. cub.

Les bâtiments à cordes offrent encore l'avantage que l'eau peut y être distribuée sur un grand nombre de points, tandis qu'avec les épines on ne peut la faire couler que sur un seul, et quand le dépôt du *schelot* est abondant, l'eau peut encore s'écouler, tandis que les épines se soudent et ne forment bientôt plus qu'une masse.

La dépense est la seule objection fondée que l'on puisse faire contre ce système; l'appareil établi à Moutiers a coûté 30,000 fr.; mais les réparations sont rares, et comme l'évaporation est, terme moyen, double, cette disposition offre beaucoup d'avantages.

A la vérité, lorsque les eaux ont un faible degré de salure, les cordes sont exposées à se pourrir rapidement; mais dans les localités où l'on aurait à craindre ce genre d'inconvénients, il serait facile de les enduire de quelque mastic préservateur.

Fig. 5. *Fig.* 6.



La fig 5 représente une coupe de ce genre de bâtiment, et la fig. 6 l'élévation entre deux piliers; les mêmes lettres indiquent les mêmes objets.

a a piliers en maçonnerie, *b b* bassin de réserve, *c c* canal qui conduit au puisard l'eau que fournit le plancher, *d d* plancher incliné qui reçoit l'eau graduée et le sel que l'on abat, *e e* traversines servant à fixer les deux bouts de chaque corde, *f* paroi en planches du côté opposé au vent pour retenir l'eau qui jaillit sur le plancher, *g g* cordes, *h* canal recevant l'eau salée, *j j* petits canaux qui distribuent l'eau sur chaque système de cordes, *i i* canaux étroits supportant les cordes, *k k* trottoirs.

Les canaux supportant les cordes reçoivent une disposition particulière, représentée dans les fig. 7 et 8 en élévation et en coupe.

Nous avons dit précédemment que l'on avait substitué à ces deux systèmes des ardoises et des tables.

A Creuzenach, près de Mayence, M. Hichtenberger, inspecteur de la saline de Munster, a établi des toits d'ardoise superposés sur lesquels on fait couler l'eau. Il paraît que les résultats obtenus ont été avantageux.

Enfin, M. de Baader a adopté une construction de planches

Fig. 7. *Fig.* 8.





inclinées qui, pour une étendue de 70 pieds de longueur, offrent une surface libre de 90,000 pieds carrés, ou plus de 30 fois autant que les bâtiments à épines. Dans ce système, l'évaporation serait comme 2 : 1 relativement aux bâtiments à haie simple, et comme 3 : 2 en les comparant à ceux à triple haie, pour une étendue égale.

Parmi les avantages signalés au sujet de cet appareil, se trouve la perte d'une grande quantité d'eau ou *muire*, qui a lieu dans les bâtiments à épines, et que n'offre pas le système des tablettes : en une seule graduation l'eau arrive au point de saturation de 20 à 23 p. 0/0, que l'on ne peut atteindre dans le procédé des épines que par six à sept chutes.

Les frais de construction sont bien plus considérables, mais la durée paraît être dix fois plus grande.

Le procédé d'évaporation par graduation a été appliqué, il y a quelques années avec beaucoup d'avantage, par M. Derosne, au traitement du sang destiné à être transporté dans les îles pour le traitement du sucre. L'évaporation avait d'abord lieu par la seule action de l'air, mais elle était trop lente pour la quantité de sang qui devait être traitée chaque jour, à cause de l'altération profonde que ce liquide éprouvait. Nous indiquerons cependant cette disposition.

Le bâtiment, à claire-voie, renfermait environ 25 voies de bois; le sang était élevé par le moyen de pompes, et versé sur le bois, qui se recouvrait bientôt d'une couche épaisse de sang solide; l'excès, retombé dans un bassin inférieur, était de nouveau porté à la partie supérieure par les mêmes moyens; par ce procédé, et dans les temps les plus favorables, on ne pouvait évaporer que 25 à 30 pièces de sang. Pour obtenir une action beaucoup plus grande, M. Derosne a construit des étuves de 2^{m},60 de large sur 1^{m},30 de profondeur et 10 mètres de hau-

teur; chacune renfermait environ 2 voies de bois rondin droit, que l'on désigne sous le nom de *pelard*, en chêne ou en charme; à la partie inférieure se trouvait une grille sur laquelle on brûlait du coke destiné à échauffer la masse d'air qui pénétrait dans l'étuve; la première rangée de bois était à peu près à la distance de 2 mètres des premières bouches de chaleur. Le sang, élevé par des pompes, était versé sur le bois au moyen de tuyaux terminés par des ajutages comme ceux des *lances-à-eau* des pompes à incendie; il ruisselait sur le bois, et s'évaporait en tombant, pour y être versé de nouveau. L'opération durait trente-six à quarante heures. Pendant les douze premières heures, on versait jusqu'à 43 pièces de sang sur le bois; les douzes heures suivantes, seulement 15 à 20, et on laissait le courant d'air chaud continuer douze autres heures environ pour achever la dessiccation du sang. Après avoir détaché par le battage le sang attaché au bois, on recommençait l'opération. H. Gaultier de Claubry.

GRAINES OLÉAGINEUSES. (*Agric.*) Sous ce mot, on comprend les plantes que l'on cultive spécialement dans le but d'extraire l'huile de leurs semences, qui sont ainsi leur produit principal ou exclusif. Ce sont particulièrement la navette, le colza, le pavot et la cameline.

On tire aussi de l'huile de divers autres végétaux qu'on a rangés dans d'autres classes, parce qu'ils ont, dans l'économie industrielle, d'autres emplois importants par lesquels ils ont été surtout remarqués : telles sont le noyer, le hêtre, le lin, le chanvre, etc., etc., qui fournissent aussi des quantités d'huile considérables, mais considérées seulement relativement à leur emploi principal comme des produits accessoires.

La navette (*brassica napus oleracea*) est la plante qu'on cultive le plus abondamment en France et en Allemagne. Sa culture est simple et peu dispendieuse; elle se contente d'une terre graveleuse et légère, mais qui soit pourtant convenablement fumée; on la sème à la volée et à demeure, sur des jachères fumées, ou sur les chaumes des céréales d'hiver, dans les derniers jours d'août, pour se récolter l'été suivant; ou au mois de mai, pour la récolte dans le même été; mais ce ne sont point pour cela deux variétés de race, et la même graine se récolte indifférem-

ment avec succès dans les deux saisons et pour les deux récoltes. Elle se scie ou se fauche lorsque la plus grande partie des siliques sont mûres ; on la bat de suite, ou si la pluie menace, on la met en meules, où elle peut rester plusieurs jours sans danger pour la qualité de la graine. La quantité de semence est de 7 à 8 litres par hectare. Suivant les auteurs de la *Nouvelle maison rustique*, le produit ne serait que de 12 à 16 hectolitres de grains par hectare ; suivant les agronomes allemands, le rapport moyen de la navette d'hiver, toujours plus fort que celui de la navette d'été, s'élèverait de 23 à 32 hectolitres par hectare. Cette différence peut s'expliquer par l'influence inégale des sols et des climats sur l'agriculture de chaque pays. L'hectolitre de navette pèse 69 kil. et donne 17 kil. d'huile. La graine de navette donne un dixième environ d'huile de moins que celle de colza. Ses ennemis sont, pendant sa jeunesse, l'altise bleue; à sa maturité, les oiseaux, extrêmement avides de ses graines.

Le COLZA (*brassica oleracea campestris*) ; cette crucifère se distingue de la navette, avec laquelle il ne faut pas la confondre, par différentes particularités, et en ce qu'elle a les grains plus gros; elle est aussi moins sensible aux gelées.

On en distingue deux variétés, l'une d'hiver, qui est bisannuelle, et occupe le sol du commencement d'un été à l'autre ; l'autre, de printemps, qui mûrit ses graines dans le même été. La première est d'un plus grand produit ; la seconde a l'avantage de la précocité.

Le colza se cultive par le moyen des semis à demeure, ou par celui de la transplantation. Chacun de ces modes exige dans le sol une préparation différente. Le semis à demeure se fait à la volée ou en rayons.

Le semis à la volée, plus simple, mais moins productif, se pratique ordinairement ainsi en Belgique : après l'enlèvement de la récolte précédente, un premier labour, suivi quelque temps après d'un hersage; immédiatement après un second labour, puis on sème après avoir encore passé la herse. On couvre ensuite par deux dents d'une herse légère. Enfin, on roule en long et en travers. Aussitôt après, on tire à la charrue des rayons espacés de huit pieds en huit pieds, dirigés dans le sens de la chute des eaux. Lorsque le colza a atteint un entier accroissement, ce qui

arrive ordinairement deux mois et même plus après la semination, on procède au *buttage* en creusant un fossé à la place de chaque rayon, et en rejetant les terres à droite et à gauche à la volée, sur les planches, entre les plants de colza. Le fossé a ordinairement un pied carré, et l'on s'applique à conserver les mottes de terre dans leur entier, afin de mieux abriter les plants. Dans d'autres localités, au lieu de butter, on bine une ou deux fois à la houe à main. On emploie, suivant l'état du sol, de 30 à 40 voitures de fumier par hectare; il faut six à huit litres de graine par hectare.

Il n'en faut que deux à trois litres et la même quantité d'engrais pour le semis à demeure en rayon, qui partage avec les plantations en ligne l'avantage de rendre les binages plus faciles, plus économiques, et par conséquent plus fréquents. Il se pratique à l'aide du rayonneur qui trace sur le sol préparé, comme pour les semis à la volée, de petits sillons espacés de 18 pouces, dans chacun desquels on répand la semence au moyen d'un semoir à brouette, ou de toute autre manière, de façon à ce qu'il se trouve environ une douzaine de graines par pied de longueur des lignes. Un seul homme peut ainsi semer un hectare et demi dans un jour.

On éclaircit et on bine de bonne heure en automne. Dans les semis en rayon, le binage se donne avec la houe à cheval, et l'on éclaircit les plants, ou à la main, ou avec la binette. M. de Dombasle, d'après M. Demars, lorsque le plant est assez fort pour devoir être éclairci, fait passer sur tout son champ, en lignes aussi droites et aussi également espacées que possible, un extirpateur auquel on n'a laissé que ses pieds de derrière, écartés plus ou moins, selon que l'on veut détruire une plus ou moins grande proportion du plant. Les socs ayant coupé tout ce qui se trouvait devant eux, le champ se trouve, après l'opération, disposé par petites bandes alternativement vides et pleines; on éclaircit ensuite sur ces dernières ce qu'il y a de trop. Le binage se donne à la main, mais plus facilement que dans la culture ordinaire à la volée. Cette méthode emploie 10 litres de graine à l'hectare.

Pour la culture en pépinière du colza destiné à la transplantation, il faut le semer clair en juillet et l'éclaircir à propos, pour éviter l'étiolement; un plant bien conditionné qui pré-

sente déjà à la base 15 à 18 lignes de tour, ne devant pas avoir plus de 8 à 10 pouces de hauteur. Si l'on a pris là précaution de semer en rayons espacés entre eux de 9 pouces, on pourra, après avoir alternativement enlevé toute une ligne et éclairci l'autre pour les besoins de la transplantation, conserver et traiter la pépinière, comme tout autre semis en rayon. Chaque are de colza en pépinière peut fournir du plant pour 5 à 6 ares.

Il est bon de procéder à la transplantion dès le mois de septembre, pour que les plants aient mieux le temps de s'enraciner avant les gelées. Elle se pratique au plantoir, à la pioche ou à la charrue. Dès que la précédente récolte de céréales a été enlevée, on déchaume à l'extirpateur ou à la charrue. Quelque temps après, on étend le fumier. On l'enterre par un second labour; on herse une ou deux fois. Dans un dernier labour de 8 à 10 pouces de profondeur, on divise le terrain en planches d'environ trois mètres de largeur. Si cela est nécessaire, on égalise le sol avec la herse ou le rouleau, on passe immédiatement à la transplantation; un homme ouvre au plantoir des trous distans de 12 pouces sur la même ligne; des femmes et des enfans y déposent un pied de colza, et compriment la terre avec le pied autour des racines. La distance entre les lignes est de 12, 16 ou 18 pouces, selon que les binages ultérieurs devront se faire à la binette ou à la houe à cheval. Vers la mi-novembre, on creuse le sillon de séparation des planches, et on en jette la terre entre les plants pour les chausser.

Dans la transplantation à la pioche, l'ouvrier fait pénétrer son instrument dans le sol, à l'endroit où doit se trouver un pied de colza; en appuyant légèrement sur le manche, il opère le long du fer un vide destiné à recevoir un des jeunes plants dont son tablier est rempli; et lorsque ce plant a été placé à la profondeur voulue, avant de s'en dessaisir de la main gauche, de la droite il retire la pioche, et affermit le sol à l'aide de la douille de l'instrument. Ce travail est fort expéditif quand l'ouvrier en a l'habitude.

La plantation à la charrue est fort simple : des femmes placent les plantes dans la raie ouverte, en les appuyant contre la terre retournée, et le trait suivant les recouvre. Ce travail,

moins parfait que l'autre, est souvent employé faute de bras. Il demande une terre assez ameublie pour se tasser naturellement autour des racines.

Lorsque la transplantation est terminée, on répand, le même soir, sur le sol, de l'engrais flamand, à raison de 20 tonnes par hectare.

Le colza de printemps se cultive exclusivement de semis, presque toujours à la volée, parce qu'on ne bine ni on ne butte. On emploie de 10 à 12 litres de semence par hectare.

Aussitôt que le colza est suffisamment mûr, on le coupe à la faucille, à 4 ou 5 pouces de terre, et on le pose par poignées de deux rangées entre les fossés qui bordent les planches. Les pieds sont placés du côté du fossé, les rameaux vers le centre de la planche. Quand le temps est sec, on ne coupe que dans la matinée, pour perdre moins de graines. Les tiges étant suffisamment sèches au bout de deux ou trois jours, on les ramasse dans un drap, et on les enlève, soit pour les mettre en meules, soit pour les battre. L'emmeulage n'a lieu que lorsqu'on n'a pas le temps de battre tout de suite. Pour battre le colza en plein air, on se sert d'une grande toile étendue sur le sol, et relevée tout autour par un bourrelet en paille ou en terre. Aussitôt que cette aire est garnie circulairement aux deux tiers de colza, les batteurs commencent leur opération en tournant; à mesure qu'ils avancent, des ouvriers enlèvent et lient les tiges battues, d'autres placent de nouveau colza, et ainsi successivement. Dans quelques contrées, au lieu de battre au fléau, on a recours au dépiquage. Dans les grandes exploitations, on utilise aussi les machines à battre dans le même but. La graine se conserve mieux mêlée d'un peu de menue paille. Comme elle est sujette à s'échauffer, on l'étend au grenier en couches minces, et on la remue fréquemment à la pelle ou au rateau.

La graine de colza d'hiver pèse, terme moyen, 72 kil. l'hectolitre; la récolte moyenne est de 54 hectolitres par hectare. L'hectolitre de graine donne 18 kil. d'huile. Les tourteaux faits avec le résidu de ces graines sont une excellente nourriture pour les bestiaux, et un puissant engrais pour les terres. Ses tiges sèches sont employées en litière et au chauffage du four. On cul-

tive aussi la plante pour fourrage, et on l'enfouit comme engrais. L'altise bleue y cause, ainsi qu'à la navette, de très grands ravages.

Le *pavot*, au contraire, *œillette* ou *olivette*, a l'avantage de ne point souffrir des insectes; la maturité ne fait point éclater ses capsules, et fournit la meilleure huile après l'olive. On en cultive trois espèces, dont celle à graines grises (*papaver somniferum*) est la plus commune. Il réussit dans les mêmes terres que les céréales, mais d'autant mieux qu'elles sont plus meubles et plus riches. On laboure deux fois en automne et une fois au printemps, en enterrant le fumier. Avant les semailles, on herse plusieurs fois; et le jour où l'on sème, on passe une ou deux fois légèrement la herse et le rouleau. On répand ensuite l'engrais flamand, qu'on mêle avec la surface, au moyen d'une herse légère. Le semis du printemps, le plus préco e, est le meilleur. On sème aussi en septembre-octobre. M. de Dombasle recommande de semer dans le courant de l'hiver, dès qu'on peut entrer dans les terres. On herse, on sarcle, ou bien on éclaircit les plants de 6 à 8 pouces, suivant la force de la végétation. A la fin d'août, on arrache les pavots à la main, un peu avant leur parfaite maturité, et on en forme des bottes disposées en rangées verticales, à l'aide de l'écartement des pieds. Un hectare de pavots donne par la culture ordinaire de 50 à 56 hectolitres de graines. En Flandre, le produit est de 18 hectolitres, produit que M. Dailly a obtenu aussi dans ses cultures en trappe. L'hectolitre pèse de 60 à 76 kil., et donne de 16 à 27 kil. d'huile. Le pavot *blanc* est à peu près exclusivement cultivé pour la récolte des têtes destinées à des usages médicinaux.

Quant à la *cameline* (*myagrim sativum*), elle partage avec la navette d'été l'avantage d'être un des végétaux oléagineux qui occupent le moins long-temps le sol; et c'est peut-être de toutes celle dont la culture est le moins limitée par le choix du terrain. Elle est à l'abri de l'altise, et il est possible d'obtenir après elle un beau trèfle ou une récolte dérobée de carottes. On la sème à la volée, à raison de 4 à 5 kil. l'hectare. On l'éclaircit à la distance d'environ 6 pouces entre les plantes, et en même temps on détruit les mauvaises herbes. Elle se récolte comme le colza, et, dans quelques endroits, on l'arrache au lieu de la

fauciller. Le produit moyen est d'environ 15 hectol. par hectare. L'hectolitre pèse de 67 à 74 kil., et donne de 16 à 25 kil. d'huile très bonne à brûler. On en cultive depuis quelque temps en France une espèce nouvelle, connue sous le nom de cameline majeure, qui a les graines plus grosses et plus abondantes en huile, mais qui en produit beaucoup moins que l'espèce commune.

La moutarde blanche et noire (*sinapis*), le soleil (*helianthus annanus*), la pistache de terre (*arachis hypogœa*), le ricin (*ricinus palma Christi*), etc., produisent aussi des graines oléifères. L'huile de ricin est principalement employée comme médicament. L'arachide est cultivée dans le midi de l'Europe.

Soulange Bodin.

GRAINES TINCTORIALES. (*Commerce*, *teinture*, *peinture.*) Dans le commerce, on désigne sous le nom de graines tinctoriales des fruits entiers qui appartiennent au genre *rhamnus* de Linné. Telles sont les graines d'acacia, celles d'Avignon, d'Espagne, de Morée, de Valachie, de Bessarabie, de Perse, le bablah, etc.

Graine d'acacia. Les gousses qui contiennent les graines de l'acacia cultivé pour l'embellissement de nos jardins et pour l'embellissement des routes, contiennent une certaine quantité d'acide gallique; mises en contact avec les sels de fer, elles donnent lieu à une couleur noire; nous avons vu de l'encre préparée avec ces gousses, et qui nous a paru de fort bonne qualité.

Graine d'Avignon. Ces fruits ont un volume qui varie depuis celui d'un grain de poivre jusqu'à celui d'un pois. Ils sont quelquefois triloculaires, et plus souvent encore biloculaires ou uniloculaires, par l'avortement d'une ou deux loges. Ces loges renferment chacune une semence qui est profondément sillonnée sur sa partie dorsale. Les fruits dont il est ici question produisent une couleur jaune. Pour qu'ils la donnent, il faut qu'ils soient recueillis avant leur maturité, sans cela elle serait verte.

Cette dernière sorte de graine n'est pas tout-à fait identique avec la graine d'Avignon produite par le *rhamnus infectorius ;* elles sont fournies par d'autres rhamnus : ainsi la graine jaune du commerce, qui a de l'analogie avec la graine d'Avignon, est

fournie par le *R. amygdalinus* de Desfontaines. Le *R. oleoides* du même auteur, qui croît aussi dans les contrées orientales, donne aussi des fruits qui servent à la teinture en jaune; il en est de même du *rhamnus saxatilis*, qui croît dans les contrées pierreuses du midi de l'Europe, et dont le fruit a assez de ressemblance avec la graine d'Avignon pour qu'on puisse les confondre.

La graine d'Avignon est une baie sèche, d'une couleur verdâtre, ayant la forme et la grosseur d'un petit pois; elle est formée d'un *brou* peu épais, qui est immédiatement appliqué sur deux, rarement sur un plus grand nombre de coques jaunes monospermes, qui sont réunies au centre. Le nombre de ces coques, qui est variable par suite de l'avortement des loges de l'ovaire, donne à cette baie une figure qui est variable.

La graine dite d'Avignon est celle des *rhamnus infectorius* et *saxatilis*, L., si toutefois ces deux espèces n'en font point une seule, comme le pensent plusieurs botanistes. Elle est petite, souvent uni ou biloculaire, d'un tissu assez dense, et d'une couleur foncée à l'extérieur. On la trouve dans le commerce en balles de 120 kilog. La graine d'Espagne lui ressemble beaucoup, et se vend en balles ou en futailles de poids variables. Les graines de Valachie, de Bessarabie, d'Andrinople, paraissent avoir encore une même origine. On les trouve habituellement dans le commerce en balles de crin, recouvertes d'une toile. La *graine* de Perse diffère des précédentes par son volume, qui est généralement plus considérable, par son enveloppe, qui est spongieuse et moins colorée, et surtout parce qu'elle est presque entièrement formée de fruits à quatre loges. On en distingue de grosse, de moyenne et de petite. L'emballage est le même que le précédent.

La *graine* de Barbarie est le fruit du *rhamnus amygdalinus*, Desf.

Ces graines tinctoriales servent pour préparer le *stil de grian*, des laques jaunes, et sont employées en impression sur tissu, principalement pour *pinceauter*.

Le stil de grains, la laque jaune, obtenus avec les graines dont nous venons de parler, s'obtiennent en faisant une décoc-

tion avec les graines et l'eau; puis ajoutant de l'alun; précipitant ensuite par un alcali; quelquefois on ajoute à la solution du carbonate de chaux, sur lequel la matière colorante se précipite.

Bablah. Tannin oriental, le bablah est la gousse contenant les semences de l'*acacia arabica* de Wildenow, *mimosa arabica* de Lamarck; arbre qui croît au Sénégal, en Arabie et dans l'Inde. Ce fruit, très anciennement connu, avait été oublié en Europe, lorsqu'il y a quelques années il y fut de nouveau importé, comme pouvant être, par son emploi, d'un immense avantage pour le tannage des peaux et la teinture en noir.

M. Guibourt, qui a examiné le bablah apporté en France, a fait connaître que ces fruits appartenaient à deux espèces d'acacia, qui produisent la gomme arabique et la gomme du Sénégal, et dont l'un fournit le véritable suc d'acacia.

On distingue deux sortes de bablah : l'un, celui de l'Inde, est le plus estimé : l'autre est tiré d'Égypte et du Sénégal.

Le fruit du bablah de l'Inde, fourni par l'*acacia arabica*, W., est long de 3 à 4 pouces, bivalve, aplati, et composé de 5 à 8 loges, à une seule semence, disposées les unes au bout des autres, et étranglées à leur point de réunion. Les étranglements ont de 2 à 6 lignes de large, quelquefois même ils sont peu marqués. La gousse de ce bablah est noire et pubescente, ce qui lui donne l'aspect d'une graine couverte d'une poussière de couleur grise. Cette gousse a une saveur astringente très marquée; sa solution précipite le fer comme le ferait une solution de noix de galle : les semences qu'elle contient sont elliptiques, aplaties, longues de 4 lignes, larges de 3.

Le fruit du bablah d'Égypte et du Sénégal, fourni par l'*acacia vera*, le *mimosa nilotica* de L., est moniliforme; ses loges sont étranglées de manière à former un chapelet; sa couleur est rougeâtre, lisse; presque étranglé entre chaque loge, de façon que par le transport il est presque toujours brisé et séparé en autant de parties qu'il y a de loges ou de semences. Ce dernier est moins estimé.

La valeur du bablah, pour être employé dans la teinture en noir, a été le sujet de divers mémoires. M. Lassobe, manufac-

turier à Bordeaux, a publié une notice sur son emploi dans la teinture et pour la teinture des indiennes. (Bordeaux, 1827, in-8.

M Lormé, de Bordeaux, adressa au comité consultatif des arts et métiers des renseignements sur le bablah. Dans ces renseignements il dit qu'à l'aide de ce produit on obtient sur la laine et sur la soie des noirs solides, ayant ce velouté si recherché dans le commerce, et une *onctuosité* résineuse particulière au bablah, et qui n'est pas détruite par le sulfate de fer; ce qu donne aux teintures faites avec le bablah une perfection que l'on chercherait vainement à atteindre en employant d'autres substances. M. Lormé dit aussi que le bablah possède toutes les vertus de la galle d'Alep, sans en avoir les vices; enfin qu'il donne des teintes beaucoup plus noires et plus solides.

M. Roard, de Clichy, qui a fait des expériences comparatives sur le bablah et la noix de galle, a conclu de ces expériences : 1° que la gousse entière du bablah, employée en teinture, pour faire du noir, et dans la même proportion que la noix de galle en sorte du commerce, ne donne pas même une couleur noire, mais une couleur carmélite foncé; 2° que la gousse seule, privée de sa graine, fournit bien une couleur noire, mais que cette couleur, comparée à celle que donne la galle, en employant des poids égaux de ces deux matières, a toujours un coup-d'œil grisâtre, avec un reflet jaune, et qu'elle coûterait beaucoup plus cher que celle que l'on obtient par les moyens en usage dans nos ateliers de teinture; 3° que la graine renfermée dans la gousse du bablah, et qui forme le tiers du poids de cette même gousse entière, employée aussi comparativement à la noix de galle, ne produit dans la teinture en noir qu'une couleur de suie foncée; 4° que la couleur noire produite par la gousse du bablah ne résiste pas mieux à l'action d'une dissolution de savon que celle obtenue par la galle; et enfin que, traitée par les acides faibles, à la même température, elle ne se soutient pas aussi bien que les noirs obtenus avec cette dernière substance.

La Société d'encouragement, qui fut appelée à se prononcer sur les dires de MM. Roard et Lassobe, le fit dans un rapport qui se trouve dans le tome VII, n° 147. Ce rapport établit

que, tout en admettant qu'on ait de beaucoup exagéré les qualités du bablah, ce produit peut rendre des services à l'art de la teinture, et qu'il mérite, sous ce rapport, de fixer l'attention; mais que les essais n'en ont pas été assez multipliés pour qu'on puisse être fixé définitivement sur les avantages et les inconvénients de cette substance employée en teinture, et qu'il est convenable d'engager les teinturiers à faire de nouvelles tentatives, en s'appuyant des faits déjà connus, et à publier les résultats de leurs observations.

Divers autres fruits de l'acacia pourraient aussi être employés pour donner des couleurs noires. Ainsi on a dit que les semences de l'*acacia Caven* sont enveloppées d'un mucilage astringent, avec lequel on fait de l'encre; les gousses de l'*acacia Farnèse* sont employées à l'île Bourbon dans la confection du cirage et de l'encre, et les teinturiers de cette île en font depuis long-temps la base de leur noir.

Graine de mango. La graine de mango pourrait, comme la gousse des acacias et comme le bablah, être employée dans la teinture en noir. M. Avequin, pharmacien au Port-au-Prince, a fait connaître que quatre livres de cette graine avaient donné 8 onces 6 gros 1/2 d'acide gallique, et 2 gros 48 grains de tannin.

Brou de noix. On a donné ce nom à l'enveloppe verte et charnue qui recouvre le fruit du noyer (*nux juglans*). Cette substance, qui donne aux doigts une couleur noire, contient une matière colorante avec laquelle on obtient des nuances fauves et brunes qui sont solides. On peut se servir du brou de noix pour faire de l'encre; dans les arts, on l'emploie pour donner au chêne l'apparence du noyer; on se sert pour cela de l'infusion concentrée, ou, ce qui vaut mieux, du suc extrait du brou par expression; on y fait tremper le bois, ou bien on l'étend sur sa surface.

Nerprun (*baies de*). Les baies du nerprun sont produites par le *rhamnus catharticus* de L., arbrisseau de la famille des rhamnées. Les fruits de cet arbrisseau sont gros comme ceux du genévrier, verts d'abord, noirs lorsqu'ils sont mûrs. Ces fruits contiennent au centre quatre semences accolées. Ces fruits sont remplis d'un suc rouge violet très foncé; ce suc, traité par les

acides, devient d'une couleur rouge vive; traité par les alcalis, il devient vert; on peut en faire un bon papier réactif pour reconnaître la plus petite quantité de ces corps à l'état de liberté.

Les baies du R. catharticus sont employées pour faire le vert de vessie. On prend 3 kilog. (6 liv.) de suc de baies de nerprun mûres, 750 gramm. (1 liv. 8 onc.) d'eau de chaux, et 96 gramm. (3 onc.) de gomme arabique. On fait évaporer le tout en consistance d'extrait, que l'on introduit dans des vessies que l'on suspend, afin d'obtenir la dessiccation de la matière colorante que ces vessies contiennent.

C'est à cette conservation dans des vessies que ce vert, employé dans la peinture à l'eau, doit son nom de vert de vessie.

On peut aussi préparer un vert analogue au précédent avec les baies de la bourgène, l'*aulne noir*, le *rhamnus frangula*.

A. Chevalier.

GRAISSES. (*Technologie.*) On a donné le nom de graisses à des substances composées le plus souvent d'oléine, de stéarine, de margarine, d'une petite quantité d'un principe odorant et d'un principe colorant; quelquefois elles contiennent de l'hircine, de la butyrine et de la phocénine. Ces substances se rencontrent dans un grand nombre de tissus animaux; elles sont très abondantes sous la peau, autour des reins; elles recouvrent l'épiploon; on en trouve encore à la surface des muscles et de la base du cœur.

La consistance, la couleur et l'odeur des graisses varient selon les animaux qui les fournissent. Ainsi on a remarqué qu'elles sont fluides dans les cétacés, molles et d'une odeur forte dans les carnivores, solides et inodores dans les ruminants, ordinairement blanches et abondantes dans les jeunes animaux, jaunâtres et moins abondantes dans les animaux plus âgés et vieux.

On a aussi observé que la consistance des graisses n'est pas la même dans toutes les parties; ainsi les graisses sont plus fermes sous la peau et aux environs des reins qu'elles ne le sont lorsqu'on les prend dans le voisinage des viscères mobiles.

Les graisses, dans les animaux, ne sont jamais complétement isolées; elles sont souvent enveloppées de tissu cellulaire, ren-

dues impures par du sang, par des membranes, par des vaisseaux lymphatiques, etc. (1).

Pour obtenir les graisses à l'état de pureté, on les sépare autant que possible des substances étrangères; on les coupe en petits morceaux; on les malaxe dans l'eau pour enlever les matières colorantes et le sang qui peut se trouver dans les petits vaisseaux; lorsqu'on les a ainsi privées par l'eau de toutes les matières solubles, on les jette dans une bassine de cuivre, faite en forme d'œuf coupé dans son milieu, et, selon que l'on veut avoir ces graisses plus ou moins pures, on ajoute de l'eau qui sert de bain-marie, ou on les fond à feu nu. Lorsque la graisse est fondue, on la passe à travers un linge, ou bien à travers les mailles d'un tamis serré; quand par refroidissement elle est solidifiée, on la ratisse par couches pour enlever les impuretés qui occupent le fond de la bassine; on la porte de nouveau sur le feu, et lorsqu'elle est fondue on chauffe de nouveau pour faire évaporer, soit l'humidité qu'elle pourrait retenir, et qui provient de la graisse, soit l'eau qui proviendrait du liquide ajouté pour servir de bain-marie. Lorsqu'on voit le fond de la bassine, et qu'un peu de graisse agitée, jetée sur le feu, brûle sans petiller, on enlève la bassine du feu, on laisse la graisse se refroidir à demi, on la coule dans un pot qu'on ferme bien; si on coulait la graisse lorsqu'elle est trop chaude, en se figeant brusquement, elle prendrait du retrait, et n'adhérerait plus aux parois du vase; l'espace libre donnerait alors accès à l'air ambiant, et disposerait la graisse à se rancir.

Les graisses sont, en général, blanches ou jaunâtres, peu odorantes, d'une saveur douce; elles sont plus légères que l'eau; toutes entrent en fusion au-dessous de 100°. Chauffées avec le contact de l'air, elles répandent des fumées blanches et piquantes, acquièrent une couleur plus ou moins foncée; soumises à la distillation, elles se décomposent à la manière des huiles, et fournissent des produits analogues.

(1) On n'a pas encore examiné l'eau provenant du lavage de la graisse de porc; elle contient cependant une matière jaune qui se prend en masse cristalline.

Exposées au contact de l'air, elles en absorbent l'oxigène, et elles acquièrent plus ou moins promptement de la rancidité, et il s'y développe des acides semblables à ceux qui se forment lors de la saponification.

Traitées par les solutions alcalines, les graisses sont susceptibles d'être transformées en acides gras, qui s'unissent avec les alcalis.

Les graisses sont employées en très grande quantité dans les arts. La graisse de porc, l'Axonge (voyez ce mot), est employée comme aliment; elle sert de base aux pommades cosmétiques et pharmaceutiques, etc., etc. Elle est employée par les corroyeurs et les hongroyeurs (1), pour graisser les roues des voitures, les engrenages des machines, etc. Le but qu'on se propose en employant les graisses pour enduire les essieux des roues, les engrenages des machines, est de défendre non seulement ces objets de l'oxidation, mais encore d'adoucir les frottements et de prévenir l'usure. Les graisses de bœuf et de mouton, connues sous le nom de Suif (voyez ce mot), servent à faire des savons, de la chandelle. Pour cela, elles sont travaillées par les fondeurs de suif et par les chandeliers, qui leur font subir diverses préparations : la fusion, le traitement par les acides, le mélange avec des sels, etc., etc.

Le beurre est aussi employé comme aliment; pour le conserver, on lui fait subir diverses préparations. On le fond, on le mêle avec du sel, avec du sucre; il y a peu de temps qu'on a saponifié et employé à la confection des bougies une assez grande quantité de beurre qui ne pouvait être employée comme aliment; ce beurre, par son exposition à l'air, avait acquis une odeur de ranci, résultat d'une mauvaise conservation.

Une foule d'autres graisses, la graisse d'oie, celle de veau, sont encore employées comme aliment.

Autrefois les parfumeurs employaient de très grandes quan-

(1) Les graisses employées par les hongroyeurs et par les corroyeurs sont des graisses mélangées et impures, destinées à donner de la souplesse aux peaux; on les fait chauffer non seulement de manière à les priver d'eau, mais encore de manière à ce qu'il y ait un commencement de carbonisation.

tités de graisses diverses, la graisse d'ours, la moelle de bœuf. Les pharmaciens employaient la graisse de blaireau ; mais toutes ces graisses sont tombées dans l'oubli. On substitue aujourd'hui à la moelle de bœuf, dans la plupart des préparations cosmétiques, la graisse de veau, qui, très blanche et peu disposée à rancir, présente des conditions convenables pour cet emploi ; cependant, comme cette graisse est trop consistante, on la mêle avec des proportions plus ou moins grandes d'axonge pour lui donner la consistance convenable.

Les chimistes ont aussi rangé parmi les matières grasses (les graisses) le Blanc de baleine, l'*huile de baleine*, l'*huile de pied de bœuf.* (Voy. Huiles.)

Les matières grasses, les graisses, sont, comme nous l'avons déjà dit, employées à graisser les machines, pour adoucir les frottements; mais souvent les graisses employées sont mélangées avec d'autres substances, avec de l'huile, de la plombagine, des alcalis, etc., etc. Nous allons indiquer en quelques mots les mélanges qui ont été employés, et qui sont venus à notre connaissance.

On se sert pour graisser les machines : 1° d'un mélange d'environ parties égales de suif de Russie et d'huile d'olive ; ce mélange, qui entre en fusion à 85° Fahreineith, 29° 50 centigrades, est employé en Angleterre pour adoucir le frottement des pistons des machines à la Perkins; 2° d'un mélange bien homogène de 16 parties de plombagine réduite en poudre très fine, et de 84 parties de graisse de porc (d'axonge). Ce mélange est préférable à la graisse pour adoucir les frottements. En effet, on a vu qu'en en faisant usage il y avait économie; que les machines éprouvaient moins de résistance, s'usaient moins, et acquéraient un degré de chaleur moindre par le frottement (1); 3° un mélange de suif de bœuf et de mouton. C'est avec ce mélange qu'on adoucit le frottement des cylindres destinés à tour-

(1) M. d'Arcet a conseillé d'employer un mélange de 80 parties de graisse et de 20 parties de plombagine; ce mélange a été employé par les ordres de ce savant pour graisser les machines de la Monnaie, des serrures, un fusil, et les roues d'une voiture de poste.

ner sur leur axe ; pour cela, on les recouvre du *stuffen-box*, ou boîtes à étoupes formées avec du chanvre tordu et imprégné de la plus grande quantité possible d'un mélange de suif de bœuf et de mouton ; ce chanvre ainsi graissé est placé et maintenu dans une espèce de boîte ; un écrou à vis, placé sur le même plan horizontal, est destiné à comprimer le chanvre, selon qu'il en est besoin, c'est-à-dire selon que la graisse qu'il contient s'épuise au contact du cylindre ; de temps en temps, on serre l'écrou, et, par la pression qu'on détermine, la graisse dont le chanvre était imprégné est mise en contact avec la surface du cylindre ; lorsque la pression est aussi complète que possible, on imbibe de nouveau le chanvre de graisse, et on le place dans la boîte.

On trouve dans le répertoire des patentes accordées en Angleterre (septembre 1834) des formules pour des préparations destinées à lubréfier les divers rouages des machines. Ces formules sont les suivantes : 1° soude 8 onces, eau 8 litres ; on fait dissoudre la soude dans l'eau, et par chaque litre de solution on prend 3 livres de suif bien pur et six livres d'huile de palme ; on fait chauffer le mélange dans une marmite jusqu'à ce qu'il soit arrivé à 93° centigrades, en ayant soin de remuer sans cesse ; on laisse ensuite refroidir jusqu'à ce que la masse ne donne plus que 15° ; arrivé à ce point, le mélange, qui peut être considéré comme un savon imparfait, a acquis une consistance analogue à celle du beurre, et il peut être employé au graissage des essieux ; 2° solution de soude, faite comme il a été dit précédemment : huile de lin 8 litres, suif 4 onces ; on mêle, on fait chauffer le mélange jusqu'à 93° centigrades, en agitant ; puis on laisse refroidir, et on introduit dans des bouteilles. Ce mélange, auquel on a donné le nom de *graisse liquide*, est destiné à graisser les parties flottantes des machines ; il prend la consistance d'une crème, et ne corrode point les métaux sur lesquels il est appliqué ; il faut cependant, avant d'en faire usage, avoir soin de remuer la bouteille qui le contient.

A. Chevallier.

Graisse d'os. Voy. Suif d'os.

Graisse de vaisselle. Depuis quelques années diverses personnes ont eu l'idée de recueillir la graisse qui se trouve

dans les eaux provenant du lavage de la vaisselle des traiteurs de Paris; ils transportent ces eaux dans des tonneaux, les mettent dans des chaudières, et les portent, à l'aide de la chaleur, à l'ébullition; les eaux ainsi chauffées offrent à la partie supérieure une couche de graisse qu'ils enlèvent et qu'ils recueillent dans des baquets; cette graisse, ainsi recueillie, est ensuite vendue, soit pour être convertie en savon, soit pour être mêlée aux suifs destinés à la fabrication de la chandelle. C'est sans doute à des mélanges de cette nature qu'il faut attribuer la mauvaise qualité de la plupart des chandelles vendues actuellement.

L'eau dont on a séparé la graisse est employée par quelques uns des industriels qui exploitent cette branche d'industrie à la nourriture des porcs; d'autres fois elle est jetée après qu'on en a séparé la graisse. A. Chevallier.

Graisse des vins. Voy. l'article Vins.

GRAMINEES. (*Agric.*) C'est la famille de plantes qui renferme les espèces les plus importantes pour le cultivateur, puisqu'on y trouve toutes les céréales appropriées à la nourriture de l'homme et des animaux, et toutes les herbes qui forment le fond des prairies naturelles. Elles renferment environ quarante genres. Leurs tiges, qui portent le nom de chaume dans les céréales, contiennent un mucilage abondant et sucré; c'est dans l'embryon de leurs graines que réside la partie muqueuse. La substance mucilagineuse et amilacée est due à leur matière farineuse, et leur mélange est indispensable à la fermentation panaire. Leurs tiges jouissent de la faculté de pousser des racines de leurs nœuds lorsqu'elles sont mises en terre. Les espèces vivaces la possèdent au plus haut degré. De là pour elles l'avantage du buttage ou rechaussage de leurs pieds après l'hiver. Beaucoup de graminées annuelles et vivaces sont stolonifères, et peuvent ainsi, avec un seul pied, couvrir promptement des espaces fort étendus. C'est des graminées destinées à faire du fourrage qu'il doit être principalement question ici, celles destinées à la nourriture de l'homme ayant été ou devant être l'objet d'articles spéciaux, tels que Blé, Froment, Seigle, etc. Pour que le foin soit bon, il faut que la plupart des plantes qui y entrent soient des graminées; mais la plupart ne peuvent pas subsister long-temps dans le même lieu, ce qui

tient à leurs fanes plus abondantes et à leurs racines plus superficielles que dans d'autres familles. Les espèces les plus recherchées ou les plus dignes de l'être comme fourrage, soit à cause de l'abondance ou de la qualité de leurs produits, soit à cause de leur rusticité, sont :

La *flouve odorante* (anthoxantum odoratum). Son produit est faible, mais elle est précoce et aromatique.

Le *vulpin des prés* (alopecurus pratensis). Son foin, abondant et précoce, quoiqu'un peu gros, convient à tous les bestiaux. Il aime la fraîcheur, et redoute l'humidité stagnante. Le *vulpin des champs* (A. agrestis), et le *vulpin genouillé* (A. geniculatus), donnent aussi de bon fourrage.

Fléole des prés (phleum pratense). C'est le *thimothys* des Anglais, justement vanté pour l'abondance de ses fanes et l'excellence de son fourrage. On le cultive isolément en prairies artificielles. Il se plaît dans les terrains humides, quelle que soit leur nature. On le sème alors à l'automne ou au printemps, à raison de 7 à 8 kilog. par hectare. Comme il est tardif, il ne faut pas le mêler avec des espèces précoces; et, sous ce rapport, il s'allie bien avec les agrostis et les fétuques des prés élevés.

La *fléole noueuse* (phleum nodosum).

Le *phalaris roseau* (phalaris arundinacea); le *phalaris des Canaries*, et le *phalaris fléole* (Ph. phleoïdes). Le premier, qui a l'aspect d'un roseau, produit un fourrage tendre et nourrissant. Il fait merveilles dans les prairies humides; mais des expériences récentes font espérer qu'il servirait à utiliser des terrains calcaires et granitiques maigres et secs. Le second donne, en Angleterre, un fourrage vert estimé. Le troisième est fort recherché des bestiaux, surtout des bêtes à laine.

Le *panis élevé* (panicum altissimum), et le *panis* ou *millet d'Italie* (P. italicum). Le premier est l'*herbe de Guinée*, si fort estimée en Amérique, où on la multiplie surtout par la division des touffes pour avancer d'un an son produit, car ce n'est que la seconde année que chaque touffe acquiert toute sa force. Il est particulièrement propre à être donné en vert. Après de longs essais, il s'est acclimaté chez nous, au point de donner des graines fertiles qui se sèment d'elles-mêmes. Ce sera un jour

une excellente acquisition pour nous. Le second est le millet d'Italie, et se cultive principalement pour le grain, ainsi que le millet commun. Le *moha*, ou millet de Hongrie, est supérieur à ceux-ci comme fourrage ; il aime les champs richement fumés, et a été vanté outre mesure.

Le *paspale stolonifère* est une plante du Pérou, introduite par Bosc, et qui serait un excellent fourrage pour le Midi. Il élève à deux ou trois pieds ses tiges couvertes de feuilles larges et sucrées, couvre un grand espace de terrains par sa disposition traçante, et donnerait dans le Midi plusieurs coupes par année.

L'*agrostis vulgaire* (A. vulgaris), l'*agrostis stolonifère* ou *traçante*, *agrostis d'Amérique* (A. dispar), l'*agrostis des chiens* (A. canina), et l'*agrostis paradoxale* (A. paradoxa). La première de ces graminées a les tiges d'un à deux pieds, les feuilles courtes, et donne un fourrage fin et délicat. La seconde est la *traînasse*, ou *terre nue*, si importune dans les champs cultivés ; c'est le *fiorin*, ou une variété peu distincte du *fiorin* des Anglais. On peut en tirer, comme fourrage, un parti avantageux dans des mauvais terrains de nature différente, et notamment dans ceux qui sont frais, tourbeux et humides.

Le *sorgho* (sorghum vulgare), coupé ou arraché en vert, avant que les tiges deviennent dures, donne, dans les climats méridionaux, un excellent fourrage pour tous les ruminants, surtout pour les vaches laitières.

La *houque laineuse* (holcus lanatus), et la *houque molle*. La première fait le fond des meilleures prairies du centre de la France, et se mêle avec succès à la plupart des autres graminées, parce qu'elle tient le milieu entre les espèces tardives et hâtives, et qu'elle se conserve verte et succulente quelque temps encore après sa fructification. La seconde, moins productive, est aussi moins recherchée par les bestiaux.

La *mélique ciliée* peut utiliser les coteaux pierreux et arides. La *mélique élevée* (M. altissima), originaire de Sibérie, a été préconisée par Yvart, et paraît préférable aux espèces indigènes.

L'*avoine élevée* (avena elatior), l'*avoine jaunâtre*, ou petit fromental ; l'*avoine pubescente*, ou arrondie, et l'*avoine des*

prés, se mêlent avec avantage aux autres graminées, et s'accommodent plus ou moins des terrains élevés et même secs, sans être arides.

La *canche flexueuse* (aira flexuosa), ou canche de montagne, justifie ce dernier nom par les lieux qu'elle habite. Elle est plutôt une plante de pâturage que de prairie, et convient parfaitement aux moutons. La *canche élevée* (aira cespitosa), plus feuillue, demande plus de fraîcheur et l'ombrage des bois, où elle est recherchée par les vaches.

Les *fétuques* forment, dans cette famille des graminées, un groupe d'un grand intérêt. La *fétuque des prés* est une des plus propres à l'ensemencement des prés bas; mais comme elle est un peu tardive, il faut ne l'associer qu'à des espèces de la seconde saison. Semée seule, il en faut 50 kilog. par hectare. La *fétuque élevée* (fetuca elatior), plus durable et plus productive, est une des plus usitées pour la formation des prairies permanentes. La *fétuque ovine* (la vraie), sans être aussi favorable chez nous qu'en Suède et en Sibérie à la nourriture des moutons, est une espèce précieuse pour établir des pâtures sur les mauvais terrains, arides, calcaires ou siliceux, qu'elle couvre d'un gazon épais et durable. Semée seule, il en faut 30 kil. à l'hectare. Moins élevée, la *fétuque à feuilles fines* (F. tenuifolia) participe des avantages de la première. La *fétuque traçante* (F. rubra) forme des pâturages sur les terrains les plus ingrats, et aux expositions les plus arides, où elle croît naturellement; mais, hors des mauvais sols, c'est une des moins productives.

Le *pâturin flottant* (poa ou festuca fluitans) peut être employé comme fourrage, et il serait difficile de demander à tout autre végétal aquatique de meilleurs et plus abondants produits. Le *pâturin commun* (poa trivialis) est une des plantes les plus communes des herbages naturels. Il s'élève au-delà de deux pieds dans les prés naturellement frais, et croît dans les plaines les plus arides. Quoique tardif, il veut être fauché de bonne heure, parce qu'il sèche promptement sur pied après la floraison. Les bestiaux sont avides de son fourrage. Le *pâturin des prés* (P. pratensis) est au contraire très précoce. Le *pâturin des bois* (P. nemoralis) l'est encore davantage, au point que,

dès le mois de mars, il offre déjà une verdure abondante, lorsque les autres espèces commencent à peine à végéter. Il est robuste et durable; son foin est abondant et nourrissant; associé à d'autres graminées fines, il procure partout le meilleur foin. Le *pâturin à crête* (P. cristata) est regardé comme un des plus nutritifs, et vient sur des terrains sablonneux de peu de valeur, mais il est moins productif. Le *pâturin aquatique* appartient au contraire aux terrains marécageux et long-temps submergés. Il veut être fauché de bonne heure, et peut ainsi donner aisément deux coupes par an. Le *pâturin canche* (P. airoïdes) est aussi une excellente plante des marais que les bestiaux mangent en vert à l'étable. Le *pâturin des marais* (P. palustris) est une espèce infiniment voisine, et présente le même genre d'utilité.

La *brise tremblante* (brisa media), amourette, n'est remarquable que par la finesse et la bonté de son foin, très recherché des moutons.

Quatre espèces de bromes entrent dans la composition des prairies : le *brome des prés* (bromus pratensis), le *brome des seigles* (B. secalinus), le *brome doux* (B. mollis), et le *brome stérile.* On reproche aux bromes d'avoir des tiges qui se durcissent et se dessèchent, et des barbes longues et aiguës accompagnant les balles, qui non seulement repoussent les bestiaux, mais peuvent encore les incommoder beaucoup; aussi sont-ils plus propres à être donnés en vert que réduits en foin. Toutefois, on peut se servir du premier pour utiliser des sols calcaires et des sables médiocres où l'on a besoin de se procurer un fourrage quelconque.

Le *dactyle pelotonné* (dactylis glomerata) a les mêmes inconvénients et les mêmes avantages, et est également peu propre à la formation des prairies dont on veut tirer du foin.

Le *cynosure*, ou *crételle des prés*, ne convient point non plus aux prairies à faucher; mais cette plante peut croître dans les terrains secs, et les moutons l'aiment comme pâture.

On sait que, dans certaines circonstances et avec certaines précautions, les *froments* peuvent être accidentellement fauchés en pâture au printemps. Le *chiendent*, qui est un *froment vivace* (triticum repens), fait la base des prairies célèbres de Prévalais, et se retrouve dans un grand nombre de pâturages

estimés principalement pour la nourriture des vaches laitières.

Le *seigle d'hiver* donne, dans les hivers doux, une récolte en vert qui n'exclut pas celle du grain. Le *seigle de la Saint-Jean* est particulièrement propre à cette destination.

L'*ivraie* (lolium). On en distingue deux espèces : l'*ivraie vivace* (lolium perenne), ray-grass d'Angleterre, gazon anglais; et l'*ivraie d'Italie* (lolium italicum). Le premier est plus propre au nord qu'au sud de l'Europe. Il ne convient en France, comme prairie à faucher, que dans les fonds bas et frais, et associé à d'autres gramens d'une végétation aussi rapide que la sienne; il faut le couper de bonne heure. C'est une des plantes qui contiennent sous un petit volume le plus de substance nutritive; 50 kilog. par hectare sont nécessaires pour semer en pré. En Angleterre, on l'associe avantageusement au trèfle rouge ou blanc pour former des prairies qui durent au-delà de quatre ans. L'ivraie d'Italie ne présente pas, année commune, un grand avantage sans le concours des irrigations; mais dans *les sols frais et substantiels*, sa croissance est si rapide, qu'on peut obtenir, même au centre de la France, plusieurs coupes d'une excellent fourrage la première année d'un semis différé jusqu'en mai. Il faut pour un hectare 40 à 50 kil. de graines. Quoique vivace, il ne paraît pas que, comme prairie fauchable, on puisse en obtenir des produits satisfaisants pendant plus de deux ans.

L'*élyme des sables* (elymus arenarius) croît naturellement sur les dunes, dont elle sert à fixer les sables. Cette plante résiste à la sécheresse, et donnerait en vert, aux bestiaux, une nourriture riche en principes assimilables.

L'*orge escourgeon*. Cette espèce d'hiver, l'une des plus hâtives, se donne ordinairement en vert aux chevaux, aux vaches laitières, et à tous les animaux fatigués ou malades. La *grosse orge nue*, semée au printemps, offre les mêmes avantages. L'*orge noire*, par sa propriété de ne pas monter, si on la sème au mois de mai, traitée comme plante bisannuelle, pourrait être fauchée plusieurs fois la première année, et donner la seconde son produit en grain, sans autres frais de culture. L'*orge des prés* (hordeum secalinum), orge faux seigle, est une espèce sauvage

5.

que l'on rencontre dans les prairies basses, mais qui, fauchée ou pâturée, est loin de valoir ses congénères.

Le *maïs* (zea maïs). Quand on veut traiter le maïs en fourrage, on le sème épais, à la volée ou en lignes, depuis la fin d'avril jusqu'au milieu de juillet, sur terrain nouvellement fumé; et en divisant le semis par petites parties, de quinze jours en quinze jours, on se ménage abondamment pendant trois mois un des meilleurs fourrages verts connus. Les feuilles desséchées en donnent également un fort bon, surtout si on les fait macérer en jetant au-dessus de l'eau bouillante, pure ou légèrement salée.

Les meilleures graminées fourragères que l'on rencontre dans les prés et pâturages d'Angleterre, et qui sont les plus dignes des soins du cultivateur, sont rangées dans l'ordre suivant par David Low :

1° *Alopecurus pratensis*,	Vulpin des prés;
2° *Phleum pratense*,	Fléole des prés;
3° *Festuca pratensis*,	Fétuque des prés;
4° *Poa trivialis*,	Pâturin commun;
5° *Dactylis glomerata*,	Dactyle pelotonné;
6° *Lolium perenne*,	Ivraie vivace.

D'après les analyses de Davy et de Springle, celles qui paraissent, à l'état de foin, contenir, à poids égal, le plus de parties nutritives, sont divers pâturins, entre autres celui des bois et celui à feuilles étroites; la fléole des prés, surtout lorsqu'on la fauche en graines; la fétuque élevée, la plus riche de toutes; la fétuque des prés; les houques odorante, molle et laineuse; la crételle, quelques bromes, et la flouve odorante, fauchées, les deux premières, lors de l'épanouissement de leurs premières fleurs, la troisième à l'époque de la fructification; viennent ensuite le pâturin élevé, le dactyle pelotonné, les fétuques durette et glauque, la brise, l'avoine jaunâtre, l'orge des prés, l'agrostis stolonifère, etc.; en cinquième ligne, se trouvent l'ivraie vivace, le pâturin laineux, l'avoine des prés, quelques aires, le chiendent, le brome élevé, l'agrostis des chiens, etc.; enfin le fromental et l'avoine pubescente, la canche flexueuse, la fétuque flottante et la mélique bleue, seraient, à toutes les

époques de leur végétation, les moins riches en substance solide.

Mais quelque utiles et nécessaires que soient toutes ces graminées dans l'économie rurale, aucune d'entre elles, à l'exception peut-être du fiorin (agrostis alba), ne peut fournir de continu cette quantité de fourrage que, dans une bonne rotation, nous retirons des plantes à fleurs légumineuses et des récoltes de racines; de leur nature, en général, elles sont moins nourrissantes et moins substantielles; elles engraissent moins le bétail, et lui procurent moins de lait; elles contribuent moins que les légumineuses à bonifier le sol, ou du moins elles le laissent dans un état moins prospère, moins propre à reproduire des céréales, à moins qu'elles n'aient reçu une grande quantité d'engrais pendant leur durée, ou qu'elles n'aient été consommées sur place par le bétail. Les graminées en général prennent dans l'air qui les entoure une beaucoup moins grande partie de leur nourriture que ne paraissent le faire les récoltes légumineuses et les récoltes-racines; et leurs racines, pénétrant moins avant dans la terre, ne contribuent pas, comme celles des plantes à racines pivotantes, à tenir en activité la couche végétale dans toute son épaisseur. Enfin, la récolte de la graine de la plupart d'entre elles est très difficile, parce que cette graine mûrit souvent sur un même pied d'une manière inégale. SOULANGE BODIN.

GRANGE, GERBIER. (*Agric.*) La *grange* est le bâtiment destiné à resserrer et à conserver les grains en gerbes. On donne le nom de *gerbiers* aux *meules* par lesquelles on est souvent obligé de suppléer à l'insuffisance des granges. Les uns et les autres ont leurs avantages et leurs inconvénients.

Toutes les granges sont composées d'une aire pour le battage des grains, ayant ordinairement la largeur d'une travée, et d'autant de travées que le comporte l'étendue qu'on veut lui donner. Voyez le mot AIRE.

Une bonne grange doit être sèche et aérée. A cet effet, on élève un peu le sol intérieur au-dessus du sol environnant, et on pratique dans les murs des ouvertures que des auvents et des grillages défendent contre la pluie et les animaux destructeurs. On pratique aussi dans les couvertures de petites ou-

vertures grillées de la même manière, et abritées par des tuiles faîtières.

L'intérieur des granges doit être bien recrépi et bien lisse, afin d'empêcher les rats et les souris d'y grimper pour gagner la charpente des combles lorsqu'ils sont vides.

La construction des granges est une chose fort coûteuse; aussi a-t-on cherché à y mettre de l'économie. On en peut faire qui n'aient de maçonnerie pleine que dans les pignons où l'on place les entrées de la grange. Les murs des côtières ne sont élevés qu'à un mètre au-dessus du sol de la cour; et, à l'exception des pilastres en maçonnerie destinés à supporter les tirants de la charpente du comble, tout le surplus est rempli par des poteaux en peuplier largement espacés entre eux; et les baies sont fermées par des planches de même bois solidement jointes, et placées horizontalement, en recouvrement les unes au-dessus des autres, pour l'égouttement des eaux de pluie. La charpente du comble est également en peuplier. Cette grange est d'un excellent usage.

Les gerbiers, ou meules ordinaires, ressemblent extérieurement aux meules de foin des Hollandais; mais ils n'ont point leur utile courant d'air. (V. le mot Fenil.) On se contente de placer les gerbes sur un soutrait fait avec des bourrées, et qui isole la base de la meule du sol sur lequel elle est placée, et la garantit ainsi de son humidité naturelle. On a imaginé des gerbiers dont la forme est oblongue et arrondie par les extrémités. Les meules de foin et les gerbiers des Hollandais sont reconnus les meilleurs, sauf leur forme carrée, moins favorable à l'arrangement des gerbes que la forme circulaire. Ces gerbiers sont formés avec quatre mâts, qui supportent un toit assez léger, couvert de paille ou de roseaux, pour qu'avec des bâtons fourchus on puisse aisément l'abaisser ou l'élever à volonté. Un plancher supporté par des cippes de pierres ou de bois préserve le premier rang de gerbes de l'humidité du sol et de l'invasion des rats et des souris. Le tout est garanti de la pluie par le toit mobile qui est au-dessus, et qui porte de tout son poids sur les gerbes supérieures, de manière à n'y laisser aucun vide. L'usage de ces gerbiers, substitué à celui des granges, a été encouragé par la Société royale et centrale d'agriculture, et procu-

rerait de grands avantages à ceux qui ont des grains en gerbes à serrer. SOULANGE BODIN.

GRAVURE. On donne ce nom générique à la production, par incision, d'un dessin sur une matière quelconque.

Soit comme but, soit comme procédés, la gravure peut s'envisager sous un grand nombre d'aspects.

Tantôt elle a pour but la reproduction multiple d'un dessin par le moyen de l'impression.

Tantôt on ne se propose autre chose que de donner la plus grande durée possible au dessin original, en le *gravant* sur marbre, sur pierre, sur bronze, etc. Telles sont, par exemple, les inscriptions gravées sur les pierres tumulaires, sur les monuments publics, ou sur des feuilles de métal scellées dans la première pierre d'un monument.

Nous ne nous occuperons pas, dans cet article, de cette seconde espèce de gravure, dont les procédés, au surplus, n'ont nullement besoin d'une description particulière.

Mais nous nous attacherons particulièrement à décrire les procédés nombreux qui ont pour but la reproduction, sur diverses matières, et particulièrement sur papier, de dessins gravés.

Ces procédés peuvent se diviser en deux grandes classes.

Dans l'une, les traits du dessin offrent, sur la matière dont la planche est formée, des sillons ou des creux qu'on remplit d'une couleur quelconque, que la pression fait adhérer à une feuille de papier ou tout autre tissu; ce qui donne une *épreuve* de la gravure originale. On donne à cette classe de gravure le nom générique de *gravure en creux* ou *taille-douce*. Elle se subdivise en plusieurs genres, dont nous nous occuperons successivement sous les titres de *gravure à l'eau forte, gravure au burin, gravure à la manière noire, gravure au pointillé, gravure à l'aquatinte, gravure au lavis, gravure à la roulette, gravure sur verre* et *gravure sur pierre*.

Dans la seconde classe, les traits du dessin, au lieu d'être en creux sur la planche, sont en relief, et la couleur qui doit les reproduire s'applique en couche mince et uniforme sur ces mêmes traits, qui la cèdent, par la pression, au papier ou au tissu sur lequel on veut en obtenir des épreuves. Cette gravure prend le nom de *gravure en relief*, ou de *gravure d'épargne*,

parce que, dans ce cas, on enlève la matière qui forme le fonds de la planche en *épargnant* ou en *réservant* les traits du dessin.

GRAVURE EN TAILLE-DOUCE. — On donne ce nom générique aux divers procédés de reproduction d'un dessin dans lesquels les traits qui constituent ce dessin sont en *creux* sur la planche qui doit les reproduire, au moyen de la pression, en abandonnant sur le papier la couleur dont ces creux ont été préalablement remplis.

Ces procédés sont assez nombreux, et prennent des noms divers, résultant, soit des moyens employés, soit des effets obtenus, soit enfin de la nature de la matière dont la planche elle-même est formée.

Il est rare aujourd'hui, toutefois, qu'un seul de ces procédés soit employé pour l'exécution d'une même planche; plusieurs y concourent toujours, soit pour produire divers effets, soit comme moyen d'accélération dans le travail.

Avant de les décrire successivement, nous supposerons qu'on s'est procuré une planche de cuivre rouge ayant toutes les qualités requises que nous signalerons au mot PLANAGE, et nous ajouterons que la plupart des considérations dans lesquelles nous allons entrer s'appliquent aussi bien à la gravure sur acier et à la gravure sur bronze qu'à la gravure sur cuivre, que nous allons décrire plus particulièrement. Nous signalerons à part les différences que peut présenter l'exécution d'une planche, soit sur acier, soit sur bronze.

Gravure à l'eau forte. La première opération à faire dans ce genre de gravure est celle du vernissage. Pour l'exécuter, le graveur doit être pourvu des objets suivants :

Fig. 9. *Fig.* 10. *Fig.* 11.






Fig. 12.

1° Plusieurs étaux à main, fig. 11;

2° Un tampon formé d'une poignée de coton bien cardé, enveloppé d'un morceau de taffetas, qu'on mettra double si le tissu est un peu clair; ce tampon doit être à peu près de la grosseur du poing,

fortement comprimé, sans qu'il soit toutefois entièrement privé d'élasticité. Les coins du morceau de taffetas, réunis et serrés au-dessus du tampon avec un gros fil, servent de poignée pour tenir le tampon, représenté dans la figure 10 ci-contre;

3° Un flambeau composé de huit à dix brins tordus ensemble de bougie filée, connue sous le nom de *bougie d'allume*, de la grosseur d'un tuyau de plume. De la bougie de qualité supérieure ne donnerait pas un résultat convenable, fig. 9;

4° Enfin, une boule de vernis de la grosseur d'une noix, enveloppée dans du taffetas, qu'il est bon de mettre double, et dont les coins, repliés et liés comme ceux du tampon, forment une espèce de manche pour tenir la boule fig. 12.

Le vernis qu'on trouve chez les marchands n'est pas toujours fait avec le soin convenable; il est donc utile d'en connaître la composition, afin de pouvoir en faire au besoin. En voici diverses recettes, que l'expérience m'a fait juger être les meilleures.

Vernis d'Abraham Bosse.

Asphalte,	1 partie.
Mastic en larmes,	2 —
Cire vierge,	3 —

Vernis de Rembrandt.

Asphalte,	1 —
Mastic en larmes,	1 —
Cire vierge,	2 —

Vernis anglais.

Ambre jaune,	1 —
Asphalte,	2 —
Mastic en larmes,	1 —
Cire vierge,	4 —

Vernis de plusieurs graveurs de Paris.

Asphalte,	4 —
Poix noire de Suède,	2 —
Poix de Bourgogne,	1 —
Cire vierge,	4 —

Dans l'exécution de ces différentes recettes, on opère la combinaison des diverses substances de la manière suivante.

On met, sur un feu doux, un poêlon de terre vernissée, dans lequel on a mis la moins fusible des substances concassée très fin ; lorsqu'elle est entièrement fondue, on y mêle la moins fusible après elle, et ainsi de suite dans l'ordre inverse de la fusibilité, en ayant soin de diminuer le feu à mesure qu'on ajoute une nouvelle substance, et continuant à remuer jusqu'à ce que le mélange soit parfait. Dans les recettes qui précèdent, les substances sont inscrites suivant l'ordre où elles doivent être successivement fondues.

Lorsque le mélange est parfait, on le passe à travers un linge, et on le verse dans l'eau tiède, où bientôt il prend la température convenable pour être facilement pétri en boule avec les mains.

Toutefois, l'inconvénient de quelques uns de ces vernis est d'empâter la pointe dans l'été, et de *s'éclater* pendant l'hiver.

Éprouvant le besoin d'un vernis dont la solidité fût la même à toutes les températures, j'ai fait à ce sujet des recherches dont le résultat m'a paru avantageux. Le vernis dont la recette suit, outre les avantages ci dessus, a la propriété, lorsqu'on grave sur acier, de ne laisser aucun accès aux acides, qui ont une très grande action sur ce métal.

Gomme copal,	4 parties.
Asphalte,	4 —
Gomme animée,	2 —
Cire,	7 —

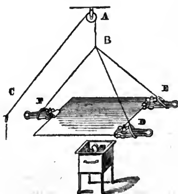
Vernissage de la planche. On place la planche sur un fourneau, après l'avoir parfaitement dégraissée et nettoyée avec du blanc d'Espagne et de l'eau ; on la pince avec un étau à main par l'un de ses bords, afin de pouvoir la tenir convenablement. Lorsqu'elle est assez chaude pour faire fondre le vernis, température que l'expérience apprend à connaître, on promène, dans toute son étendue, la boule de vernis, enveloppée comme nous l'avons dit, et lorsqu'on juge que la planche est suffisam-

ment chargée de vernis, on frappe celui-ci avec le tampon sur toute la surface de la planche, afin d'égaliser et d'unir la couche de vernis. Si la planche est de petite dimension, il est bon de la tenir dans une position verticale tandis qu'on la tamponne; on évite par là que la poussière se fixe sur la couche de vernis, ce qui n'arrive que trop souvent.

Le vernis étant parfaitement étendu au moyen du tampon, il faut remettre la planche sur le feu, si on l'en a ôtée, car il faut qu'elle soit suffisamment et bien également chaude pour être flambée. On la retourne alors pour mettre le vernis en dessous, en la tenant toujours par l'étau; on appuie le bord opposé sur deux clous enfoncés dans la muraille, à cinq pieds au moins de hauteur; puis on promène la flamme du flambeau dont nous avons parlé plus haut sur toute l'étendue de la surface vernie, en tenant la mèche à un pouce au plus de distance, et se servant de cette flamme comme d'un pinceau, avec la précaution de la tenir toujours en mouvement; on continue de la promener jusqu'à ce que le vernis ait pris une teinte noire bien égale.

Le vernissage d'un planche de grandes dimensions offre plus de difficultés, soit pour la tenir commodément sur le feu, soit pour la flamber. Voici le procédé qu'on emploie, dans ce cas, au Dépôt de la guerre.

Fig. 13.



On fixe au plafond une poulie A, sur laquelle on fait passer une corde B A C, à laquelle sont attachées trois autres cordes B D, B E, B F, à l'extrémité desquelles sont d'assez grands anneaux qui reçoivent trois étaux fixés, deux sur un bord, et l'autre sur le bord opposé de la planche à vernir. Ainsi suspendue au-dessus du feu, on la vernit facilement; puis, pour la flamber, on l'élève au moyen de la corde B A C, qu'on fixe

solidement en C. On dégage alors les étaux D et E des anneaux qui les supportent, on fait faire un demi-tour à la planche, l'étau F servant de tourillon; les étaux D et E, qui ont pris la place l'un de l'autre, sont replacés dans les anneaux, et la planche ainsi suspendue, le vernis en dessous, peut être flambée sans fatigue et sans accident.

Lorsque la planche est refroidie, on peut commencer l'opération du décalque.

Décalque, ou *transport du dessin sur la planche*. Le calque d'un dessin qu'on se propose de graver peut être fait sur tous les papiers transparents employés par les dessinateurs. On y trace, au moyen d'un crayon ou d'une plume, les contours et les détails intérieurs de l'original, avec le plus de correction possible, puis on renverse ce calque sur la planche vernie, le dessin en dessous, de manière qu'on voie à travers le papier, à gauche ce qui est à droite dans l'original, et réciproquement. On interpose, entre la planche et le calque, un papier mince, dont une face, celle qui touche le vernis, est recouverte d'une couche de sanguine en poudre, ou de mine de plomb, ou de vermillon, ou enfin de blanc d'argent, rendue adhérente au papier par le frottement.

Le calque ainsi placé, et bien margé sur la planche, on passe sur tous les traits une pointe un peu mousse, et ils se trouvent suffisamment marqués sur le vernis.

On peut encore, avec un crayon de mine de plomb, faire un calque sur un papier d'une épaisseur moyenne, mais d'un grain très fin et très égal; on l'humecte légèrement, on le renverse sur la planche, le dessin en dessous, puis on fait passer le tout sous la presse de l'imprimeur, qui force le crayon à laisser sa trace sur le vernis. Ce procédé est expéditif, mais le vernis court quelques risques.

L'emploi du papier-glace offre un procédé beaucoup plus commode, mais en même temps plus coûteux que les procédés que nous venons de décrire. Ce papier-glace, dont la transparence égale presque celle du verre, n'est autre chose qu'une feuille de gélatine très mince. Pour l'obtenir en cet état, on fait détremper pendant douze ou quinze heures, dans une quantité d'eau suffisante pour qu'elle y baigne, de la colle de Flandre

la plus transparente qu'on puisse trouver, ou de la gélatine très pure, obtenue par les moyens connus; puis on la fait dissoudre au bain-marie jusqu'à ce que le tout soit devenu liquide; on la passe en cet état à travers un linge très fin; puis, pendant qu'elle est encore liquide, on la verse sur une glace bien horizontale, dont les bords sont garnis de petites bandelettes de carton ou d'autre matière légèrement graissées. On laisse alors à la gélatine le temps de se figer, en ayant soin de la mettre bien à l'abri de la poussière. Lorsqu'elle a pris une consistance suffisante, on redresse la glace, pour diminuer encore les chances de la poussière; puis, au bout de quelques jours, la gélatine étant parfaitement sèche, se détache elle-même de la glace, et présente une feuille d'une grande transparence. On peut augmenter encore cette transparence, surtout dans les cas où quelques points paraîtraient louches, en plongeant la feuille verticalement dans un vase rempli d'eau bien claire, et en la retirant aussitôt; on la met sécher dans cette position verticale, en fixant le bord supérieur le long d'une tringle suspendue au plafond. L'expérience seule peut indiquer quelle épaisseur de la gélatine à l'état liquide donnera l'épaisseur convenable à la feuille solide.

Quelques personnes, au lieu de glace, se servent d'une planche de cuivre bien polie, et passent sur la gélatine à demi sèche un rouleau de verre qui polit la surface extérieure. Ces diverses opérations doivent se faire dans une pièce dont la température est suffisamment élevée; elles marchent beaucoup plus rapidement et plus sûrement l'été que l'hiver.

Le décalque avec le papier-glace s'exécute à peu près de la même manière qu'avec le papier ordinaire; mais au lieu de passer une pointe mousse sur tous les traits, on huile légèrement le revers du calque, et l'on passe un brunissoir ou un morceau de savon sec sur toute la surface du calque. L'emploi du papier-glace a surtout cela d'avantageux, qu'il fournit rapidement plusieurs décalques du même dessin, sans que le calque soit altéré.

Si l'on avait besoin de faire un décalque sur cuivre nu, on pourrait se servir du procédé suivant. On remplit les traits du calque fait sur papier-glace avec du soufre finement pulvé-

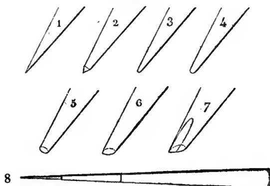
risé, on le renverse sur la planche préalablement recouverte d'une couche mince de suif bien également étendue, puis, avec l'aide du brunissoir ou d'un morceau de savon sec, on opère comme nous venons de le dire plus haut. Le soufre combiné au suif laisse sur la planche des traces noires très prononcées, qui ne tarderaient pas à creuser profondément le cuivre, si l'on ne se hâtait de le laver avec de l'essence de térébenthine, et de l'essuyer.

Lorsque le décalque est terminé, on dispose la planche de manière à préserver le vernis de toute écorchure pendant la durée du travail. On recouvre, dans ce but, avec du linge fin toutes les parties de la planche sur lesquelles on ne travaille pas. On place sous la main une petite planche de cuivre ou de bois mince de peur que le mouvement de la main ne produise un frottement du linge sur le vernis. On peut encore border sa planche avec de petites bandelettes de carton maintenues par de la cire molle, et poser dessus une planche en bois dur et peu flexible, pour appuyer les mains, ou bien se servir d'une espèce de petit banc dont les pieds posent sur la table, et dont le dessus recouvre la planche sans la toucher.

Nous n'entrerons ici dans aucun détail relatif à la disposition des tailles ou hachures qui déterminent l'effet de la gravure. Nous renverrons ceux de nos lecteurs qui seraient curieux de connaître ce qu'on a écrit sur cette question à la liste des ouvrages que nous donnerons à la fin de cet article. Les conseils de l'expérience, ceux du goût, seront, dans tous les cas, les meilleurs à suivre. Nous dirons seulement que, quel que soit le degré de liberté qu'on veuille donner au travail de la pointe, le graveur ne doit pas perdre de vue que, pour obtenir un bon résultat, il ne doit pas se borner à découvrir le métal par l'enlèvement du vernis, mais qu'il doit encore un peu l'entamer avec sa pointe.

Des pointes. Le graveur à l'eau forte se sert de pointes de plusieurs grosseurs et de plusieurs formes. Elles doivent être de bon acier et bien trempées, et ajustées dans leur manche, de manière à former un tout bien droit, pour en faciliter l'affûtage, opération dans laquelle on doit se proposer de les rendre parfaitement coniques et sans aucune facette.

Fig. 14.



La fig. 14, n° 1, représente en grand une pointe dont l'angle est très aigu, pour les travaux extrêmement fins.

Le n° 2 représente une pointe beaucoup plus camarde, mais toujours tranchante. Ces deux pointes entament facilement le métal.

L'usage des pointes n°s 3 et 4, qui sont arrondies, exige plus de fermeté dans la main, à cause de la facilité avec laquelle elles glissent. Il ne faut pas négliger d'appuyer fort en s'en servant.

Le n° 5 est une pointe en forme de cône tronqué perpendiculairement à son axe. On se sert de cette pointe avec la règle.

Le n° 6 est une pointe usée obliquement pour s'en servir à la main.

Le n° 7 sert surtout dans les gros travaux.

Ces trois dernières pointes, à cause de leur forme, prennent le nom d'*échoppes*.

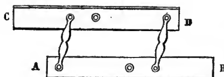
Enfin le n° 8 est une pointe emmanchée.

Des instruments et machines propres à faire des travaux réguliers.

Les *règles* et les *équerres* s'emploient sur le cuivre comme sur le papier, avec la précaution toutefois de les faire porter sur des hausses de papier doux plié en six ou huit.

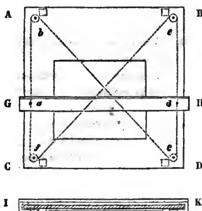
Les *compas* s'emploient avec la même facilité, et ont l'avantage de produire sur le cuivre des traits plus exacts que sur le papier. Leur emploi est plus difficile sur l'acier.

Fig. 15.



La *règle à parallèles*, fig. 15, dont le nom indique suffisamment les fonctions, se tient de manière que la pièce A B soit fixe tandis qu'on fait agir la partie C D, dont les positions successives sont parallèles.

Fig. 16.



Je remplace fréquemment la règle à parallèles par le petit appareil suivant, qui offre l'avantage de préserver le vernis de tout frottement. Il consiste en une planchette A B C D, portée sur quatre petits pieds; une règle *a d*, maintenue à quatre ou cinq millimètres de cette planchette par des rebords I K, sur lesquels elle glisse librement. Le mouvement de cette règle est rendu parallèle au moyen de la corde sans fin *a b c d e f*, dont les fonctions se font au-dessous de la planchette où se trouvent placées les poulies *b c e f*, sur lesquelles elles passent en se croisant au centre de la planchette. Cette corde a en outre deux points d'attache sur la règle en *a* et en *d*. L'examen de la figure démontrera que si la corde est suffisamment tendue sur ces poulies, les mouvements de la règle G H seront toujours parallèles entre eux. La planche de cuivre ou d'acier se place sur la planchette, dans la position convenable pour les lignes à tracer, et peut s'y disposer dans tous les sens. On peut l'employer avec succès, à défaut d'une machine à graver dont nous parlerons plus loin, dans la gravure de l'architecture, et, en général, dans toute reproduction de dessins qui présentent beaucoup de lignes parallèles.

Mais, dans l'emploi de la règle à parallèles ou de l'appareil que nous venons de décrire, on n'a d'autre résultat que la certitude du parallélisme des diverses positions que peut prendre la règle; la régularité de l'écartement entre les lignes, leur parallélisme même, qui dépend de la fermeté de la main du graveur, le plus ou moins de profondeur à leur donner suivant l'effet à obtenir, toutes ces conditions ne peuvent être remplies que par une main habile et un coup d'œil bien exercé.

On obtient ce résultat et beaucoup d'autres au moyen de la *machine à graver*, dont la première a été inventée et exécutée en 1803, par feu Conté, pour la gravure des planches du grand ouvrage de la commission d'Égypte. Par son moyen, on obtient non seulement des lignes rigoureusement parallèles entre elles, mais dont la distance peut varier dans toutes les proportions désirées, ainsi que leur profondeur, de manière à produire, sans la moindre difficulté, tous les effets de gravure qui peuvent résulter du parallélisme des lignes. Depuis Conté, plusieurs tentatives ont été faites pour perfectionner encore cette machine, soit sous le rapport de la précision des résultats, soit pour lui en faire produire d'autres auxquels Conté n'avait pas songé. L'espace qui nous est accordé ne nous permet pas la description d'une *machine à graver;* ceux de nos lecteurs qui seraient curieux de connaître ce qu'on a pu tenter en ce genre trouveront les sources auxquelles ils devront puiser dans la liste des ouvrages à consulter que nous donnerons à la fin de cet article. Mais, avant de passer à une autre matière, nous ne devons pas omettre de dire que, parmi les diverses machines à graver que nous avons vues, celles de M. Collas, mécanicien, rue Notre-Dame-des-Champs, 25, nous ont paru celles qui, par la simplicité de leur construction, la précision, la délicatesse et la variété des résultats qu'elles produisent, doivent obtenir la préférence sur les autres.

Morsure des planches de cuivre. Lorsqu'on a achevé de tracer sur le vernis, soit la totalité du dessin, soit seulement les parties auxquelles convient le travail de la pointe, en se réservant de terminer au burin ou à la pointe sèche; lorsque enfin on a atteint le degré de fini que l'on désire, tant pour la précision des contours que pour le rendu du modelé, on soumet ce

travail à l'action d'un mordant destiné à lui donner de la profondeur. Ce mordant, qui agit en dissolvant le métal avec lequel il se combine, peut varier dans ses combinaisons et dans ses proportions, suivant la nature du métal, et suivant la plus ou moins grande délicatesse des tons qu'on veut obtenir.

En voici quelques compositions.

Mordants ou eaux fortes.

Acide nitrique,	1 partie.
Eau,	2 parties.
Nitrate de cuivre,	2 onces par litre.

On peut y ajouter un dixième d'acide nitreux.

Ce mordant convient pour les tons moyens.

Acide nitreux,	1 partie.
Eau,	4 parties.

Ce mordant convient pour les tons doux.

Mordant, appelé eau forte à couler, *d'Abraham Bosse.*

Vinaigre, ou acide pyroligneux,	3 pintes.
Sel ammoniac, ou hydrochlorate d'ammoniaque,	6 onces.
Sel commun, ou hydrochlorate de soude,	6 onces.
Verdet, ou acétate de cuivre,	4 onces.

On fait bouillir le tout ensemble dans un poêlon de terre vernissée.

Ce mordant convient pour les tons fortement colorés.

On applique autour de la planche un rebord en cire molle, connue sous le nom de *cire à border*. Elle se compose de parties égales de cire jaune et de résine commune, qu'on fait fondre ensemble. On ajoute au mélange à peu près un cinquième de suif ou d'axonge; et l'on verse la masse fondue dans une terrine pleine d'eau. Lorsque le refroidissement l'a rendue suffisamment consistante, on la pétrit avec les mains, et on la bat avec une masse pour la rendre parfaitement homogène.

On donne au rebord une hauteur de 6 à 12 lignes, en raison des dimensions de la planche; on y verse de l'eau forte de la

première recette, par exemple, et on l'y laisse un quart d'heure pour commencer la morsure. On la remue souvent avec un pinceau très doux ou la barbe d'une plume; puis, au moyen d'un bec pratiqué à l'avance dans la bordure, on verse l'eau forte dans son flacon, en se servant pour cela d'un entonnoir de verre.

On lave alors la planche à deux eaux, pour enlever tout l'acide qui pourrait rester dans les tailles; puis, après l'avoir fait égoutter, on applique légèrement dessus du papier serpente ou un linge doux pour la sécher; on la met encore à l'air pour achever sa dessiccation. Ces précautions ont pour but de donner plus d'activité à l'eau forte pendant la seconde morsure, qui s'opère alors plus également partout.

Il est impossible de spécifier le temps que doit durer cette seconde morsure, tant les circonstances qui influent sur cette opération sont nombreuses. La qualité du cuivre, son écrouissement, la température, l'état électrique de l'atmosphère, la plus ou moins grande quantité d'acide nitreux développé pendant l'opération, ont une influence considérable sur le résultat. Cependant, nous pouvons dire que la morsure est plus active quand le cuivre est bien écroui, et, en général, lorsqu'il est ferme, que quand il est mou. Un temps chaud est très favorable à la morsure, et lui donne plus d'activité; aussi l'hiver la morsure s'opère moins rapidement, et il est nécessaire de l'exécuter dans une pièce bien chauffée par un poêle. Cette condition de la température étant d'une certaine importance, on pourrait, pour la régler, dans les temps froids, au degré qui serait reconnu le plus efficace, placer la planche au-dessus d'une caisse remplie d'eau, dont la température serait réglée à un degré convenable au moyen de l'appareil ingénieux inventé par M. Sorel, rue du Bouloi, auquel il a donné le nom de PYROSTAT, et qui peut maintenir un liquide à une température constante quelconque.

Lorsque le temps est orageux, on remarque aussi une grande augmentation dans l'action de l'eau forte.

Enfin, si le cuivre est couvert d'un travail serré de tailles rapprochées, la morsure se fait beaucoup plus vite que si au contraire on n'avait qu'une gravure au trait, par exemple; et

les parties d'une même planche qui offrent une plus grande réunion de tailles sont celles qui sont mordues le plus vite.

Dans ces divers cas, il est utile d'étendre le mordant avec de l'eau pour en diminuer la force; et, dans les cas contraires, de le rendre plus actif par l'addition d'un peu d'acide nitrique ou d'acide nitreux, ou de quelques copeaux de cuivre, qui donneront lieu au développement d'une certaine quantité de ce dernier acide.

Mais le soin le plus important consiste à remuer souvent le mordant avec le pinceau pour arrêter une effervescence trop active partout où elle se manifeste.

Une heure et demie à deux heures de l'emploi de ce premier mordant peuvent suffire pour donner des tons légers, moyennement couverts; mais, pour les tons vigoureux, il faudrait peut-être cinq à six heures de morsure.

Lorsqu'on juge que les parties légères ont acquis le ton convenable, ce qu'on peut voir en découvrant avec un petit charbon des parties semblables qu'on a exécutées à dessein sur la marge de la planche, il faut suspendre pour elles l'action du mordant. Dans ce but, on se sert d'une dissolution de bitume (asphalte) dans l'essence de térébenthine, à laquelle on donne le nom de *petit vernis*. On en prend avec un pinceau, et on délaie avec un peu de noir de fumée. On en recouvre toutes les parties qu'on juge assez mordues, et elles se trouvent ainsi garanties de l'action ultérieure de l'eau forte. On peut aussi se servir, pour cet usage, de vernis à l'esprit de vin qu'on trouve chez les marchands de couleurs (dissolution de mastic en larmes dans l'alcool). Il sèche plus promptement que le petit vernis.

Il est bien entendu qu'à chaque opération de ce genre, l'eau forte a été retirée, et la planche bien lavée et séchée.

Lorsque le vernis qui recouvre les travaux légers est bien sec, on remet de l'eau forte sur la planche, et on fait mordre jusqu'à ce que d'autres parties aient acquis à leur tour le degré de force convenable; on les recouvre de même, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que les tons les plus vigoureux aient acquis toute leur intensité.

Lorsqu'on juge la morsure entièrement terminée, on ôte la

bordure en cire, et on enlève le vernis avec de l'essence de térébenthine, soit à froid, soit en faisant légèrement chauffer la planche.

On passe ensuite sur la gravure un charbon doux avec un peu d'huile, pour enlever les saillies résultant du foulage de la pointe : c'est ce qu'on appelle *ébarber*, opération qu'on peut faire également avec l'ébarboir, instrument qui sera décrit plus loin.

Dans cet état, la planche peut donner des épreuves qu'on appelle *eaux-fortes*, et qu'on doit toujours faire tirer avant de terminer la gravure avec le burin.

Si l'on emploie l'acide nitreux que nous indiquons pour les tons légers, il faut s'en servir avec prudence, et le laisser moins long-temps que l'autre mordant sur le cuivre. Il y produit une grande effervescence, et a besoin d'être remué fréquemment.

La morsure au moyen de l'eau forte à couler est aussi très prompte, mais ne produit aucune effervescence. Elle s'exécute aussi d'une autre manière. On n'en verse sur la planche qu'une très petite quantité, et on la fait couler sur toute la surface du cuivre, en inclinant la planche et en la balançant continuellement.

L'eau-forte à couler était fort en usage chez les anciens graveurs ; ils plaçaient, sans y appliquer des rebords en cire, la planche de cuivre dans une position inclinée, le bord supérieur dans une espèce d'auge, et ils versaient l'eau forte avec un pot sur la partie supérieure, puis ils la reprenaient avec le même pot dans l'auge où elle retombait après avoir coulé sur la planche, et continuaient ainsi jusqu'à la fin de la morsure. Cette manière d'opérer, fort bonne quant à ses résultats, avait l'inconvénient d'employer beaucoup d'eau forte, et de causer un certain embarras. On ne l'emploie plus aujourd'hui.

L'eau forte à couler agit avec force : en cinq ou six minutes, elle produit autant d'effet que le premier mordant à l'acide nitrique en produit en une heure.

MORSURE DES PLANCHES D'ACIER.

Mordants divers.

Un litre d'eau distillée, contenant un dixième d'alcool, dans lequel on fait dissoudre 6 gros de sublimé corrosif et 3 gros d'alun, attaque l'acier très vivement, mais il ne convient que pour les tons légers, en raison du peu de profondeur qu'il donne aux tailles.

Autre.

Eau distillée,	8 parties.
Alcool,	1 partie.
Acide nitrique,	1 partie.

Quelques gouttes d'acide nitreux ou un peu de sublimé corrosif font agir ce mordant avec plus de franchise.

Autre.

Eau distillée,	15 parties.
Alcool,	2 parties.
Acide nitrique,	1 partie.
Nitrate d'argent,	18 grains par litre du mordant.

On peut y ajouter aussi quelques gouttes d'acide nitreux. Ce mordant produit des tons plus noirs que les autres; on peut d'ailleurs en augmenter la force en augmentant la dose d'acide nitrique ou celle du nitrate d'argent.

L'opération de la morsure s'exécute sur les planches d'acier de la même manière que sur les planches de cuivre; mais comme elle est extrêmement rapide, il ne faut pas négliger d'avoir autour de soi tous les objets dont on peut avoir besoin pendant sa durée.

Les mordants dont nous venons de donner la recette agissent à peu près aussi vite les uns que les autres. Une demi-minute suffit pour les tons doux et les plus grandes finesses; les parties les plus légères d'un ciel, par exemple, ne doivent pas mordre plus long-temps.

On doit ôter le mordant de dessus la planche avec prompti-

tude, et laver sans délai avec un mélange de 8 parties d'eau tiède et de 1 environ d'alcool préparé depuis vingt-quatre heures au moins. Cette dernière indication s'applique également aux mordants indiqués ci-dessus, et à toutes les préparations dont l'alcool fait partie.

On remue pendant quelque temps ce premier lavage avec un pinceau, et on le remplace par un second également tiède, composé de même, et parfaitement exempt d'acide. On le fait écouler le plus promptement possible, on essuie sans retard avec du papier serpente ou de la mousseline, et on fait sécher immédiatement, soit au soleil, soit auprès du feu. Il est bon que les lavages soient tièdes, et si la planche est elle-même légèrement chauffée pendant l'opération, elle ne s'en fait que mieux, et la dessiccation ensuite en est plus prompte. Ces diverses opérations exigent une grande célérité, sans laquelle les tailles pourraient s'oxider, ce qui serait un inconvénient très grave.

On couvre ensuite avec le petit vernis les parties suffisamment entamées, et on continue, soit avec le même mordant, soit avec un autre un peu plus fort. Si on a commencé avec le mordant au sublimé corrosif, on ne peut espérer de pousser la morsure en profondeur, et beaucoup de graveurs y ont renoncé ; mais le second mordant indiqué est très bon : l'on peut en s'en servant obtenir les tons les plus vigoureux, surtout si on a soin de le fortifier sur la fin avec de l'acide nitrique.

Une planche d'acier n'a pas besoin, comme le cuivre, d'être ébarbée après la morsure, attendu que la pression de la pointe n'a pu élever de bavures sur un métal aussi dur.

MORSURE DU BRONZE.

Le bronze, étant un alliage de cuivre rouge et d'étain dont les doses sont très variables, ne reçoit pas toujours de la même manière l'action d'un même mordant. Toutefois, celui qui nous a paru réussir le mieux est un mélange de :

Eau,	10 parties.
Acide nitrique,	5 parties.
Acide hydrochlorique,	1 partie.

Dans lequel il est bon de développer de l'acide nitreux par la présence de quelques parcelles de cuivre.

Tels sont les procédés ordinaires de la gravure à l'eau forte, procédés dont une longue expérience a confirmé l'efficacité. Nous nous abstiendrons de mentionner une foule d'autres recettes ou de procédés, vantés d'abord par l'engouement de quelques artistes, et bientôt tombés dans le discrédit, soit parce que le tour de main qui réussit à quelques uns se trouve manqué par les autres, soit enfin parce que ces recettes ou ces procédés n'ont réellement aucune valeur. Nous n'avons donc voulu insérer dans cet article que ceux qui avaient la sanction d'une longue expérience.

Toutefois, nous ne classerons pas dans la catégorie des recettes à dédaigner le résultat récemment publié des recherches faites par M. Deleschamps, sous le titre : *Des mordants, des vernis et des planches dans l'art de la gravure*, ou *Traité complet de la gravure* (1); et si nous n'avons pas fondu dans notre travail les importantes découvertes de ce chimiste, bien qu'elles y dussent naturellement trouver leur place, c'est que nous avons voulu lui en conserver entièrement l'honneur en leur consacrant un paragraphe spécial.

Nous allons laisser parler M. Deleschamps lui-même sur la question la plus intéressante de ses recherches.

« Le problème à résoudre pour tous les mordants était celui-ci : « Obtenir une morsure à la fois nette et profonde, sans » élargir sensiblement les tailles dans la gravure en creux, et » sans ronger les parties latérales des dessins en relief dans ce » dernier genre de gravure. »

» Pour résoudre ce problème et arriver à ces résultats, nous nous sommes fondé sur la théorie physique et chimique que nous allons exposer.

» Nous avons pris un mélange de trois substances : l'une de ces substances, dont la pesanteur spécifique est plus considérable que l'autre, est le principe agissant ; nous l'appellerons *acétate* d'argent; la deuxième est le principe non agissant, nous

(1) Paris, madame Huzard, 1836, 1 vol. in-8.

l'appellerons *éther nitreux hydraté ;* la troisième est le principe revivifiant, nous l'appellerons *acide nitreux.*

» Aussitôt que le mélange de ces trois corps se trouve en contact avec les parties découvertes des planches métalliques, l'acétate d'argent, ou corps agissant, qui n'entre que pour un centième dans la composition, se précipite dans la partie inférieure de la taille, où il exerce une action très prompte et très énergique. Les quatre-vingt-dix-neuf parties supérieures de la même taille, étant occupées par l'éther nitreux, se trouvent garanties par sa présence. Ainsi, pendant l'action de la morsure, voici le phénomène qui a lieu :

» L'acétate se trouve précipité au fond des tailles ; et, par la grande affinité de son acide pour les métaux, ou, pour mieux dire, par sa grande facilité de réduction lorsqu'il est en contact avec certains métaux, tels que l'acier, le cuivre et les différents alliages de celui-ci, il les creuse graduellement en profondeur, et se trouve revivifié successivement par l'acide nitreux, pour continuer l'action de la morsure comme auparavant........ »

M. Deleschamps, après quelques autres considérations théoriques, donne ainsi la composition de son mordant, auquel il donne le nom de *glyphogène*, et qu'il applique particulièrement à la gravure sur acier.

« Prenez :	Acétate d'argent,	8 grammes.
	Alcool rectifié,	500
	Eau distillée,	500
	Acide nitrique pur,	260
	Éther nitreux,	64
	Acide oxalique,	4

» Ce glyphogène pouvant subir des modifications sous l'influence de la lumière et de la chaleur, nous recommanderons aux artistes de n'en préparer qu'au fur et à mesure de leurs besoins. Dans le cas où on voudrait avoir une assez grande quantité de glyphogène, il faudrait avoir deux flacons, dont l'un renfermerait l'acide nitrique, l'acide oxalique, l'acétate d'argent, et 292 grammes d'eau distillée. Le second flacon renfermerait l'alcool, l'éther nitreux, et 208 grammes d'eau dis-

tillée. Les liquides étant filtrés séparément, il suffira d'en mêler un poids égal pour le préparer.

» Un contact d'une demi-minute entre le glyphogène et le métal suffit pour produire les tons légers ; si le travail exige un grand nombre de tons, le même liquide peut servir deux ou trois fois de suite, en évitant toutefois de reverser sur la planche le précipité qui se forme pendant la morsure. A chaque morsure différente, il faut laver la planche avec l'eau alcoolisée, de manière à séparer des tailles le dépôt autant que possible. La planche ainsi lavée est séchée avec le papier joseph très fin. Ce moyen, employé avec vitesse et précaution, m'a paru préférable à tous les autres.

» Un des soins non moins importants est d'être bien certain, avant de faire mordre, que le vernis qui a servi à recouvrir les parties assez mordues est bien sec. On ne doit faire usage de l'eau acidulée que dans les cas où le mordant paraît sans action, ce qui arrive rarement par des temps chauds et dans une chambre exempte d'humidité. En suivant cette marche, on parviendra à produire une morsure dans l'espace de vingt à vingt-cinq minutes, époque à laquelle on aperçoit dans l'intérieur des tailles un précipité noir (mélange de carbone et d'oxide de fer), qui paraît s'opposer sensiblement à la morsure en profondeur, occupant toute la partie inférieure de la taille. Pour le dissoudre, et dans le cas seulement où l'on désire avoir des tons veloutés, on lavera la planche avec un mélange de neuf parties d'eau et d'une d'eau régale. Il faudra l'agiter avec un pinceau neuf. Avant et après l'emploi de ce dissolvant, la planche doit être lavée à grande eau; pour cela, on peut se servir d'eau filtrée, puis ensuite faire passer celle qui est alcoolisée avant de remettre le mordant. Enfin, pour arriver aux tons les plus prononcés, le graveur devra renouveler le mordant aussitôt qu'il lui paraîtra sans action, et ne soulever le précipité noir qui se forme à la surface des tailles qu'autant qu'elles menaceraient de crever. Il pourra facilement obvier à ce grave inconvénient en secouant la planche; le précipité, se détachant facilement de la taille, lui permet de suivre les progrès de la morsure, qu'il pourra diriger à son gré.....

» Nous ne saurions trop recommander de terminer, autant

que possible, le travail de la morsure dans le plus bref délai, et surtout sans discontinuer. Cependant, comme il arrive souvent que le graveur ne peut terminer en une seule fois le travail de morsure, nous allons indiquer un moyen très propre pour empêcher que les atomes d'acide qui restent dans les tailles ne puissent les oxider et détruire leur pureté : pour cela, on prend de l'eau de chaux ou de magnésie bien saturée et nouvelle, que l'on fait passer sur la planche, en la remuant avec un pinceau. Cette eau alcaline jouit de la propriété de neutraliser l'acide qui reste dans les tailles. Après cette opération, on sèche la planche comme nous l'avons indiqué précédemment; et, à l'aide de ce moyen, nous avons pu, sans le moindre inconvénient, reprendre un travail de morsure que nous avions arrêté depuis plus de quinze jours.

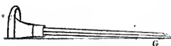
» Lorsque le travail de la morsure est terminé, et que la planche est passée à l'essence pour enlever le vernis, nous recommanderons au graveur, pour vider les tailles, de se servir de sous-carbonate de potasse réduit en poudre fine, sur lequel il jettera quelques gouttes d'eau. Pour cela, il se servira d'une brosse rude, afin de faire entrer de ce sel alcalin dans les tailles, même les plus profondes. Outre que ce moyen enlève toutes les particules de vernis qui se trouvent dans les tailles, il garantit la planche de toute oxidation. »

Gravure au burin. Le burin a été primitivement le seul moyen qu'on employât pour graver en taille douce. Mais depuis que l'usage de la gravure à l'eau forte s'est répandu, il n'y a plus qu'un très petit nombre d'artistes qui exécutent entièrement une planche au burin. Presque tous préparent à l'eau forte les principaux traits de la planche, et accélèrent ainsi considérablement leur travail; le burin n'ayant plus alors qu'à épurer les traits produits par l'eau-forte et à exécuter les parties qu'on lui a exclusivement réservées.

Le burin est une petite barre de bon acier bien trempé, d'environ quatre pouces de longueur, tantôt droite, tantôt légèrement recourbée. La section transversale présente soit un carré, soit un lozange plus ou moins allongé; quelques uns sont plats et portent le nom d'onglettes, fig. 16.

Fig. 16. 

Fig. 17.



La soie du burin s'enfonce dans un manche qui a la forme d'un champignon de 15 à 18 lignes de diamètre, et dont on abat une portion afin que l'angle inférieur du burin, que l'on appelle le ventre, puisse poser presqu'à plat sur la planche, fig. 17.

Le ventre A D doit être affûté bien finement sur une pierre douce, et son extrémité doit avoir la forme d'un plan incliné, comme l'indique la fig. 18.

Fig. 18. Ce plan s'appelle la face du burin; cette face forme en A avec les flancs A C D et A B E de l'outil un angle trièdre qu'on nomme le nez ou le bec, dont les arêtes doivent toujours être maintenues tranchantes, de manière à couper franchement le métal.

L'inclinaison de la face doit être plus grande pour le cuivre que pour l'acier, dont la dureté égrènerait à chaque instant le bec s'il était trop aigu.

Fig. 19.



La manière de tenir le burin doit être telle, que, si l'on pose la paume de la main sur une surface plane, en tenant l'outil comme l'indique la fig. 19, le manche doit y poser en même temps, et le bec ne doit pas toucher tout-à-fait cette surface sur laquelle se pose le ventre, deux ou trois lignes en arrière du bec, comme on le voit en G, fig. 17.

Le burin étant ainsi maintenu dans les doigts, le manche appuyé contre la paume de la main, et posé, comme nous venons de le dire, sur une planche de cuivre, si on soulève un peu le poignet en appuyant légèrement de l'index, et si on pousse doucement, on tracera un sillon en enlevant un petit co-

peau. Lorsqu'on croit ôter trop de matière, il suffit de baisser le poignet; si au contraire on a besoin d'en enlever davantage, on le soulève un peu plus; enfin, si l'on veut couper plus d'un côté que de l'autre de la taille, une légère pression du pouce ou des doigts détermine une action de l'outil plus forte, soit à droite, soit à gauche. Enfin le mouvement du bras qu'on approche ou qu'on écarte du corps, donne lieu à des lignes courbes qu'on obtient également en faisant varier la position de la planche lorsque ses dimensions ne s'y opposent pas.

L'usage du burin exige beaucoup de pratique, et une longue habitude est nécessaire pour rester maître de son outil dans les sinuosités si variées qu'on peut avoir à lui faire décrire.

Il ne faut pas moins d'habitude pour affûter le burin de la manière la plus favorable à l'espèce de taille qu'on veut en obtenir; chaque artiste a, dans ce but, une manière qui lui est propre, et choisit une forme de burin en rapport avec ses habitudes. Les uns, voulant contourner facilement leurs tailles, évitent les burins trop tranchants, et préfèrent, en conséquence, les burins carrés; d'autres, voulant obtenir des tailles plus profondes, adoptent le burin lozange dont la forme incisive leur paraît préférable; d'autres se servent d'onglettes qu'on affûte de manière à procurer une largeur de taille plus égale, au moyen d'un méplat qu'on ménage au ventre de l'outil; enfin le plus grand nombre se sert successivement des outils les plus propres à chaque nature de travail.

La pression du burin sur le cuivre relève de chaque côté des tailles une petite quantité de métal, à laquelle on donne le nom de *bavures*, qu'il faut faire disparaître au moyen d'un outil qu'on appelle *ébarboir*. Il forme une pyramide triangulaire, quelquefois quadrangulaire, à arêtes courbes très tranchantes. C'est en le passant doucement et presque à plat sur la gravure qu'on enlève tout ce qui désaffleure le métal. Pour affûter plus facilement l'ébarboir, on creuse souvent chacune de ses faces d'une gorge qui ne fait porter sur la pierre que deux de ses arêtes, et diminue la quantité de métal à user pendant l'affûtage. Voyez fig. 20.

Fig. 20. 

On peut aussi ébarber le cuivre avec un charbon de planeur dont on doit toujours être muni. On le passe à plat sur la gravure jusqu'à ce qu'on ait atteint la surface du métal. Cette opération peut se faire à sec, mais il est préférable de la faire avec de l'huile.

Si l'on opère sur de l'acier, il faut employer soit de la pierre d'Ecosse, soit du papier à l'émeri très fin, ou de la potée d'émeri, qu'on frotte sur la planche au moyen d'un petit bâton de bois de noyer ou de tilleul.

Quand la gravure est arrivée à un certain degré d'avancement, il devient nécessaire de juger à chaque instant des touches qu'on vient de mettre et de ce qui reste encore à faire; et, comme on ne peut pas faire tirer des épreuves aussi multipliées, on y supplée par du noir dont on remplit les tailles pour détruire le papillotage que cause sur la vue le brillant du métal coupé par le burin. Mais, d'un autre côté, il faut pouvoir enlever facilement ce noir lorsqu'on veut tirer des épreuves de la planche. Dans ce but, on le compose de suif et de noir de fumée, auquel on ajoute quelquefois un peu de cire pour le rendre plus consistant. Ce mélange est toujours facile à dissoudre avec de l'essence de térébentine.

Lorsque quelques parties de la gravure semblent un peu trop vigoureuses, on peut en diminuer la force en se servant d'un brunissoir. Le brunissoir d'un graveur doit être effilé, d'un acier fin, bien trempé et bien poli; sa section transversale présente un ovale.

Gravure à la pointe sèche. Ce procédé ne s'emploie ordinairement que pour terminer une gravure à l'eau forte ou au burin. Il permet des travaux très fins et très doux, qui ont cependant une assez grande solidité. Les pointes sèches ne diffèrent en aucune manière de celles qu'on emploie pour la gravure à l'eau forte; elles doivent être affûtées bien rondes, sans aucune facette et bien coupantes. La force avec laquelle on appuie la pointe sur le métal détermine la force du ton qu'on obtient. Il faut en général une assez forte pression, ce qui rend difficiles les

travaux un peu libres ; et il est utile, pour bien travailler avec cet instrument, de graisser auparavant la planche. La pointe sèche relève de très fortes bavures, et l'ébarboir est indispensable pour les enlever.

Remorsure. Une opération, dont la pratique n'est pas bien ancienne, est celle de la remorsure. On l'emploie dans les cas où d'assez grandes parties de la planche ont besoin d'une augmentation de vigueur, et lorsque la nature des travaux en rendrait la retouche difficile avec le burin. Elle offre de plus l'avantage de donner des tons veloutés qu'il serait difficile d'obtenir autrement

On emploie aussi la remorsure pour donner à une planche usée le moyen de tirer encore un certain nombre d'exemplaires; mais ce procédé a besoin d'être employé avec un grand discernement. Voici comment on procède à cette opération. On vide les tailles de toute espèce de corps gras, en lavant la planche avec de l'essence de térébentine; si on aperçoit encore quelques malpropretés trop adhérentes, on peut les enlever avec de la mie de pain, après quoi il faut employer une dissolution de potasse; et, si on craint que la planche ne soit pas encore bien dégraissée, on pourra la frotter quelque temps avec du blanc d'Espagne, et la laver ensuite avec de l'eau propre.

Ces opérations préliminaires terminées, on place la planche sur un feu doux, pour y appliquer le vernis; on en met un peu sur la marge, et avec un tampon de soie neuf, ou mieux en bodruche, dont on garnit bien légèrement et bien également la surface avec ce vernis, on commence à en frapper la planche à petits coups, partout où on a besoin d'apporter plus de vigueur, et on continue jusqu'à ce que les entretailles soient suffisamment garnies de vernis. Pendant que l'on tamponne ainsi, il faut prendre garde que la température de la planche ne s'élève trop; car alors le vernis, devenant plus liquide, coulerait dans les tailles, ce qu'il faut éviter avec le plus grand soin.

La planche de cuivre ou d'acier étant ainsi préparée, on couvre avec du petit vernis toutes les parties qui ne doivent pas être remordues, et la morsure se fait comme à l'ordinaire, en employant le mordant convenable au métal de la planche.

Effaçage. Lorsqu'une erreur a été commise dans la gravure

d'une planche, le mal n'est pas irréparable ; on peut effacer les travaux manqués pour y en substituer d'autres. On emploie dans ce but un tas d'acier bien poli, un marteau à repousser, fig. 21, et un compas, fig. 22, d'une assez grande dimension, et dont les pointes, recourbées en dedans, coïncident parfaitement.

Fig. 21.



Fig. 22.



On commence par gratter fortement, à l'aide d'un ébarboir, l'endroit à effacer, ce qui forme un creux dont il faut ramener le fond au niveau du reste de la planche. Pour y parvenir, on ouvre le compas de manière que la planche puisse passer entre ces deux pointes sans en être éraillée, et faisant suivre à la pointe de dessus le contour de la partie grattée, on appuie assez fortement la pointe de dessous contre le derrière de la planche pour qu'elle y laisse la trace de ce contour; on retourne alors la planche, la gravure en dessous, de manière que la partie grattée pose sur le tas, et on commence à frapper avec le petit côté du marteau à l'endroit indiqué par le trait du compas. Tant que le coup du marteau produit un son sourd, on peut frapper hardiment, quoiqu'avec légèreté; mais lorsque le coup devient sonore, il faut s'arrêter, car en continuant de frapper on produirait une bosse qu'on ne ferait disparaître que très difficilement. Lorqu'on s'est assuré que la planimétrie est redevenue parfaite, on passe au charbon la place effacée, et on fait les corrections qu'on avait en vue.

Gravure à la manière noire, ou *mezzotinto*. Ce genre de gravure consiste à recouvrir d'abord toute la planche d'une teinte noire, foncée et unie, au moyen d'un instrument appelé *berceau*, et qui forme une espèce de ciseau plat, dont le tranchant présente un arc de cercle d'environ 6 pouces de rayon, armé de dentelures très rapprochées. Cette grandeur du rayon de courbure n'est pas arbitraire; plus petite, l'arc de cercle serait trop convexe, et les dents du berceau pénétreraient trop profondément dans la planche; plus grande, le grain de la

planche ne serait pas assez profond. Pour obtenir le grain convenable, on tient le berceau par son manche aussi fermement que possible, et dans une direction perpendiculaire à la planche; puis balançant le berceau de droite à gauche, et de gauche à droite, on lui fait imprimer ses dents dans le métal, de manière que chaque oscillation du berceau forme une ligne parallèle aux lignes déjà produites. Lorsqu'on a ainsi couvert toute la planche de lignes parallèles, on en produit d'autres à angle droit avec les premières, puis une troisième et une quatrième série de lignes formant des diagonales avec les deux premières; puis d'autres se croisant sous différents angles, jusqu'à ce que la planche soit recouverte d'un grain très serré et parfaitement identique dans toutes ses parties; l'épreuve d'une planche ainsi bercée doit offrir un fond très noir et d'une belle apparence veloutée. L'opération du berçage est très longue et très fatigante; car les quatre opérations ci-dessus décrites doivent se répéter une vingtaine de fois, et une planche de 2 pieds de long sur 18 pouces de large, exige près d'un mois d'un travail assidu pour acquérir un grain convenable.

Deux mécaniciens distingués, M. Collas, dont nous avons déjà cité les ingénieuses machines, et M. Saulnier aîné, sont parvenus à obtenir, au moyen de machines, un berçage parfait, soit sur cuivre, soit sur acier, qui, en délivrant les graveurs à la *manière noire* d'une opération pénible et fastidieuse, permettra à l'avenir à beaucoup d'artistes de cultiver ce genre trop peu répandu en France.

Dans les divers procédés de gravure décrits jusqu'ici, le fond de la planche ne donne à l'épreuve que des parties blanches, les traits incisés dans le métal se produisant seuls sur le papier. C'est tout le contraire dans la *manière noire*, où le graveur doit enlever, avec un grattoir, ou écraser avec un brunissoir tout ce qui doit venir blanc à l'épreuve, ou seulement d'une teinte moins foncée que le grain primitif. C'est en ménageant ainsi l'enlèvement de la matière, qu'il parvient à produire les dégradations de teintes les plus délicates, depuis le noir le plus foncé jusqu'au blanc le plus éclatant. C'est particulièrement pour les chairs et les draperies que la manière noire offre

le plus de ressources, par la vérité et l'harmonie des tons qu'elle peut produire.

Gravure au pointillé. Cette gravure, ainsi que son nom l'indique suffisamment, s'exécute en produisant les teintes au moyen de points plus ou moins gros, plus ou moins espacés, et qu'on obtient soit d'un poinçon qu'on frappe sur la planche avec un marteau, soit d'un burin avec lequel on produit des points plus ou moins espacés. Ce dernier genre de gravure s'emploie habituellement pour représenter les chairs et les ciels.

Gravure à l'aquatinte. Ce genre de gravure, l'un des plus employés de nos jours, offre une espèce de réseau très serré, qu'on obtient de la manière suivante :

Après avoir fait mordre les divers contours du dessin, comme si l'on voulait ne produire qu'une gravure au trait, on enlève le vernis; puis on place la planche, bien nette, sur des tasseaux disposés convenablement dans une boîte, où, au moyen d'un soufflage mécanique, on a soulevé de la résine en poudre très fine. Les grains de résine sont d'autant moins nombreux et d'autant plus fins, qu'on a attendu plus long-temps, après le soufflage, pour placer la planche dans la boîte. Au bout d'un certain temps, la planche est recouverte d'une poussière blanche, dont on peut augmenter la quantité en renouvelant l'opération autant de fois que cela est nécessaire. Lorsque la planche est suffisamment recouverte de résine, on la chauffe par-dessous, avec précaution, au moyen de papier enflammé, ou d'une forte lampe à esprit de vin, en ayant soin que la flamme ne dépasse pas les bords, parce qu'elle se recourberait sur la résine et l'étalerait par plaques. La poussière de résine ainsi chauffée s'agglomère en grains plus ou moins gros, selon qu'on chauffe plus ou moins fort, et même plus ou moins vite. En général, on arrête l'opération lorsque les grains ont acquis une teinte jaune-citron. Si l'on chauffe davantage, on a un grain plus gros, mais aussi plus irrégulier.

Lorsque la planche a ainsi reçu le grain convenable, on recouvre avec du petit vernis les parties qui doivent rester entièrement blanches, et l'on fait mordre le reste. Le mordant ne

pouvant agir sur le métal que dans les parties laissées découvertes par le vernis ou les grains de résine, creuse autour de ceux-ci des lignes qui recouvrent la planche d'un véritable réseau. On arrête la morsure quand on juge que certaines parties sont assez mordues; on les couvre à leur tour de petit vernis, et l'on fait mordre de nouveau, continuant cette double opération jusqu'au moment où on a obtenu la teinte la plus foncée qu'on désire. Dans certains cas, on remet un nouveau grain sur celui qui est déjà sur la planche pour obtenir les effets différents.

Les graveurs anglais s'y prennent autrement. Ils vernissent la planche comme pour une gravure à l'eau-forte, puis avec un pinceau trempé dans un mélange d'huile d'olive, d'essence de térébenthine et de noir de fumée, ils recouvrent toutes les parties qui doivent recevoir le grain. Ce mélange dissout le vernis, qu'on enlève facilement ensuite avec un linge doux; cette méthode, au surplus, est celle de Leprince, graveur français, auquel, suivant la tradition, l'abbé de Saint-Non, inventeur de la gravure à l'aquatinte, aurait révélé son procédé.

M. Deleschamps donne la recette suivante pour obtenir un grain plus parfait qu'avec la résine ordinaire.

Prenez :	Résine ordinaire sans ordures,	4 parties.
	Arcanson noirci,	12

On réduit le tout en poudre, et on le passe plusieurs fois à travers un tamis de soie le plus fin possible.

On emploie encore le procédé suivant : on fait dissoudre dans de l'alcool très rectifié de la résine, de la poix de Bourgogne, ou du mastic en larmes, et quelquefois ces trois substances à la fois, selon l'espèce de grain qu'on veut obtenir, chacune donnant un grain différent. On verse de cette dissolution, plus ou moins chargée, sur la planche, qu'on maintient ensuite dans une position inclinée pour faire écouler le liquide superflu, puis on la laisse sécher. La couche résineuse laissée sur la planche, par la vaporisation de l'alcool, ne tarde pas à se crevasser en tous sens, tout en restant fortement adhérente au métal, et produit des réseaux différents de forme pour chacune

des substances résineuses employées. Plus cette couche est épaisse, plus le retrait de la matière est considérable, et plus, par conséquent, les lignes qui forment les réseaux sont larges. La position inclinée qu'on donne à la planche pour faire écouler le liquide superflu fait déposer au bas de cette planche une plus grande quantité de résine que dans les autres parties. Aussi faut-il avoir soin de placer en bas les parties qui doivent avoir le plus de vigueur.

La méthode suivante donne un résultat absolument contraire aux résultats de l'aquatinte, c'est-à-dire qu'au lieu d'un réseau de lignes noires à l'épreuve, on obtient un réseau de lignes blanches sur un fond noir. On l'attribue à Peter Floding. Lorsque la morsure des contours est terminée, on recouvre la planche entière d'un vernis transparent qui permette de voir ces contours ; puis, pendant que le vernis est encore liquide, on le saupoudre, au moyen d'un tamis de soie fin, de sel gemme réduit en poussière. On remet la planche sur un feu de charbon, jusqu'à ce que le sel ait pénétré à travers le vernis ; puis on la laisse refroidir, et on la met tremper dans l'eau pour dissoudre le sel, qui laisse à la place qu'il occupait un nombre considérable de petits trous qu'on ne peut distinguer qu'avec la loupe. On recouvre avec du petit vernis les places qui doivent rester entièrement blanches, et on exécute ensuite les opérations successives de la morsure que nous avons décrites plus haut.

Quelques artistes emploient un mélange de sel marin, de sel gemme, de sel ammoniac, et de sirop de vieux miel pour l'appliquer au pinceau, soit sur le cuivre nu, soit sur le vernis perforé par le sel. Ils produisent par ce moyen des dégradations d'ombres d'une grande délicatesse.

Gravure au lavis. On a cherché à imiter, par ce genre de gravure, peu employé aujourd'hui, les dessins au lavis. Après avoir enlevé avec une pointe, mais sans entamer le métal, le contour du dessin, sur une planche vernie, on fait mordre ce trait avec un acide très doux, et dont l'action doit être très lente ; puis, après avoir enlevé le vernis, on recouvre avec du petit vernis toutes les parties qui doivent rester blanches, et on fait mordre le reste avec de l'eau-forte affaiblie à 12°, au moyen d'un mélange de 12 parties d'eau distillée, et de 3

d'alcool rectifié ; ce mordant produit une teinte égale et légère, qu'on rend successivement plus foncée, en recouvrant, en temps utile, avec du petit vernis, les parties de la planche qu'on juge assez mordues.

Gravure à la roulette (imitation du crayon). On obtient des effets de crayon en passant sur la planche de petits cylindres armés de dents plus ou moins fines, plus ou moins serrées, tournant autour d'un petit axe dont la direction est un peu oblique à celle du manche de l'outil. En inclinant plus ou moins le manche, on fait porter le cylindre sur la planche, soit en entier, soit seulement par un de ses bords, de sorte qu'on peut, à volonté, rendre la taille produite plus ou moins large. Les dents de la roulette enlèvent le vernis sur les points qu'elles atteignent, et qu'on fait ensuite creuser à l'eau-forte. On termine, avec des roulettes seulement, sur le cuivre nu, ce qui produit des bavures qu'il faut avoir soin d'ébarber.

Gravure sur verre. Ce genre de gravure n'a encore été exécuté que par des amateurs, et notamment par M. de Puymaurin, ancien directeur de la Monnaie des médailles. Son peu de succès tient probablement à la fragilité du verre, qui peut se briser sous l'action de la presse, à la sécheresse des tailles qu'on obtient, et enfin aux dangers que peuvent présenter, pour la santé de l'opérateur, les vapeurs de l'acide fluorique employé comme mordant. Voici l'un des moyens d'opérer.

On recouvre sur toutes ses faces la planche de verre d'un vernis ou d'une couche de cire, puis, avec des pointes du même genre que celles qu'on emploie pour la gravure à l'eau-forte, on découvre tous les traits qu'on veut faire mordre. La planche ainsi préparée se place dans une caisse de plomb, fermée d'un couvercle de même métal, et communiquant par un tube, aussi en plomb, avec un ballon contenant 1 partie de fluate de chaux pur, autant de sable fin, et 2 parties d'acide sulfurique à 66°; enfin un tube en S contenant une petite quantité de mercure, est également adapté à la caisse, pour permettre aux vapeurs en excès de se dégager sans rompre les parois de la caisse.

Si maintenant on chauffe le ballon, l'acide sulfurique agissant sur le fluate de chaux, s'empare de la chaux, et met en liberté l'acide fluorique, qui, pénétrant dans la caisse à l'état de

vapeurs, creuse le verre dans toutes les parties mises à nu par la pointe, et produit ainsi une planche dont on peut tirer un grand nombre d'épreuves, si la pression qu'on exerce sur elle par un moyen quelconque est ménagée de manière à ne pas la briser.

Gravure sur pierre. La description de ce procédé trouverait peut-être beaucoup mieux sa place à l'article LITHOGRAPHIE qu'à l'article GRAVURE. Toutefois, nous le donnons ici parce qu'il présente, sous beaucoup de rapports, une grande analogie avec la gravure à l'eau-forte; et qu'au surplus le nom qu'il a reçu détermine sa place dans cet article.

On recouvre une pierre lithographique convenablement préparée d'une couche mince de gomme arabique, colorée avec du noir de fumée. Lorsqu'elle est parfaitement sèche, on découvre avec des pointes les traits du dessin, mais sans entamer la pierre qu'il faut se borner à mettre à nu. Lorsque la gravure est terminée, on passe sur la pierre un rouleau garni d'encre lithographique qui adhère après la pierre dans tous les points où celle-ci a été découverte; on plonge ensuite la pierre dans de l'eau qui dissout la gomme, et qui, après un lavage convenable, ne laisse sur la pierre que les traits du dessin encrés par le rouleau. Au lieu d'encre lithographique ordinaire, on peut recouvrir les traits du dessin d'un vernis copal qui le rend beaucoup plus durable, parce que ce vernis devient très dur en séchant, et résiste efficacement à l'action des alcalis, des acides faibles, de l'huile de térébenthine et de l'alcool, dont on fait usage dans l'impression lithographique. L'impression s'exécute ensuite par les procédés qui seront décrits au mot LITHOGRAPHIE.

Il nous reste maintenant à parler de quelques procédés particuliers de gravure en taille-douce.

Nous commencerons par celui de Perkins, qui avait pour but spécial de rendre incontrefaisables les billets de banque et autres effets publics.

Le procédé consiste à décarboniser une planche d'acier fondu épaisse de 7 à 8 lignes et même plus, en la tenant pendant longtemps, entourée de limaille de fer, dans un fourneau qui la maintient à la température rouge. Lorsque la décarbonisation est complète, on polit la planche et on la grave avec le plus

grand soin possible, pour rendre plus difficile l'imitation du dessin gravé, puis on la recarbonise en la tenant fort longtemps, encore à la même température, enveloppée de poussier de charbon; on la trempe au sortir du fourneau pour la durcir. Lorsqu'elle est en cet état, on promène dessus, au moyen d'un appareil convenable qui détermine une pression considérable, un rouleau d'acier décarbonisé qui reçoit en relief l'empreinte des traits gravés de la planche : on recarbonise ensuite le rouleau, on le trempe, et en le promenant, à l'aide de la même machine, sur d'autres planches d'acier décarbonisées, ou seulement de cuivre, on reproduit en creux sur ces planches les traits de la gravure originale. Il résulte de ce procédé qu'on peut obtenir un certain nombre de planches parfaitement identiques entre elles, et qu'on n'a pas besoin de faire graver de nouveau un billet de banque lorsque la planche est usée. Le procédé de Perkins paraît n'avoir pas eu beaucoup d'application, probablement à cause des difficultés de la trempe, qui, quelques précautions qu'on prenne, fait souvent voiler les planches. D'un autre côté, l'extrême délicatesse des traits de ces gravures n'aurait permis de reconnaître les contrefaçons qu'en se servant d'une loupe; et le but à atteindre était au contraire d'en rendre la vérification facile à tous en même temps que le contrefacteur trouve une impossibilité complète à exercer son infâme industrie. Nous verrons plus loin comment ce problème a pu être résolu.

Nous avons eu plusieurs fois occasion de parler des procédés ingénieux de M. Collas, à diverses applications de la mécanique, et notamment dans cet article pour sa *machine à graver*. Nous avons maintenant à signaler une autre machine de cet habile mécanicien, et qui a la propriété de reproduire, gravés en taille-douce, sur une planche d'acier ou de cuivre, les effets de relief ou d'enfoncement d'une médaille, d'un bas-relief, ou d'une pierre gravée en creux, lorsque la pièce originale, ou seulement son empreinte en plâtre, a été disposée convenablement sur la machine. Il ne nous est pas permis d'entrer dans des détails circonstanciés sur des moyens dont l'inventeur s'est réservé la propriété par un brevet. Tout ce que nous pouvons dire, c'est qu'en traçant sur la planche des

lignes dont aucune ne croise les autres, qui toutes ont la même largeur, et dont l'écartement seul varie en certains points, la machine reproduit l'apparence exacte de la médaille qu'on a placée sur elle; cette apparence est telle que nous avons vu des personnes ne s'en rapporter, pour être convaincues de la planimétrie de la planche, ou même de l'épreuve qu'on en avait tirée, qu'à la superposition d'une règle sur la surface où leurs yeux ne pouvaient voir qu'un relief. Le succès du *Trésor de Numismatique et de Glyptique*, publié par une société qui exploite cette invention, est le meilleur argument qu'on puisse apporter du mérite de ce procédé, au moyen duquel la contrefaçon des billets de banque pourrait devenir tout-à-fait impossible.

En effet, la machine reproduisant, avec une fidélité rigoureuse, tous les effets de relief d'une sculpture faite exprès, on peut, après avoir retiré cette pièce sculptée des mains de l'artiste, en prendre une empreinte sur une matière plastique, susceptible d'être arbitrairement infléchie ou godée sur elle-même avant qu'elle soit entièrement durcie. On peut encore y produire des gerçures, ou même en faire sauter au hasard de petits fragments qui donnent à l'administration la certitude qu'elle seule possède un type original, que d'autres ne pourraient imiter qu'au moyen du moulage. Si maintenant on dispose ce type unique sur la machine de M. Collas, les effets de relief seront reproduits sur une planche d'acier, avec toutes les défectuosités qu'on y aura volontairement produites, et qu'une autre machine sur laquelle on mettrait une empreinte du relief prise chez le sculpteur ne pourrait pas reproduire.

Ajoutons que M. Collas possède en outre les moyens brevetés de tremper une planche d'acier gravée ordinaire, et on aura toute garantie d'un billet de banque inimitable, et dont la planche peut donner des millions d'épreuves identiques.

Bien que tout récemment on ait annoncé la possibilité de décalquer sur pierre lithographique, des épreuves de taille-douce, et d'en tirer un nombre indéfini d'épreuves semblables, nous croyons que ce procédé ne peut s'appliquer qu'à des épreuves fraîchement tirées, et que lorsque l'encre de l'épreuve en taille-douce est suffisamment séchée, on ne peut en obtenir un décalque sur pierre qui puisse faire illusion.

Nous avons dit que le billet exécuté par le procédé Collas serait absolument inimitable, et nous allons prouver, en outre, que toute contrefaçon serait facilement reconnue par tout le monde. Nous avons vu que les apparences de relief et de creux étaient produites par l'écartement ou le rapprochement de lignes qui avaient toutes la même largeur; nous ajouterons qu'on peut en outre donner à ces lignes telle largeur qu'on désire. Maintenant nous demandons quelle sera la main assez habile pour reproduire, sans variation de largeur, plusieurs milliers de lignes qui, parallèles dans les fonds, doivent dévier de leur direction d'une quantité rigoureuse, pour chacune, toutes les fois qu'elles doivent concourir à produire l'effet d'une saillie ou d'une dépression. Si, maintenant, chacune des personnes qui ont occasion de manier des billets de banque veut prendre la peine d'étudier et de retenir la disposition de quelques unes de ces lignes sur un point quelconque du billet original, n'est-il pas évident qu'elles reconnaîtront immédiatement le billet faux, parce que, quelle que soit l'habileté de la main du faussaire, il n'aura jamais pu reproduire qu'un aspect général du billet, et que dix ans ne suffiraient pas pour calquer avec fidélité les millions de détails qu'un pareil billet contiendrait.

Nous terminerons ici la partie de notre article qui se rattache à la *gravure en taille-douce*, et pour éviter la confusion, avant de passer à la *gravure en relief*, nous allons donner ici la liste des ouvrages que nous avons consultés sur cette première partie, et auxquels nos lecteurs pourront recourir pour les détails que l'espace laissé à notre disposition nous a forcés d'omettre.

GRAVURE EN GÉNÉRAL.

ABRAHAM BOSSE, *Traité des manières de graver en taille-douce sur l'airain*, etc. 1645, 1 vol. in-8.

REES' CYCLOPÆDIA, t. XIII, art. *Engraving*; t. IX, art. *Copper plates for engraving*.

ENCYCLOPÆDIA METROPOLITANA, *Mixed and applied sciences*, t. V, p. 780.

Les deux ENCYCLOPÉDIES françaises.

DELESCHAMPS, *Des mordants, des vernis et des planches dans l'art du graveur*, ou *Traité complet de la gravure*. Paris, 1836, 1 vol. in-8.

GRAVURE A L'EAU-FORTE.

ABRAHAM BOSSE, etc.

REES' CYCLOPÆDIA, art. *Etching.*

ENCYCLOPÆDIA METROPOLITANA, etc., t. V, p. 809 et 841.

TECHNICAL REPOSITORY, t. III, p. 55, *On the necessity of employing pure nitrous acid in etching copper plates,* by Edm. Turrel.

DICTIONNAIRE PORTATIF DES ARTS ET MÉTIERS, t. II, p. 621 et 721.

O'REILLY, *Annales des arts,* t. XIII, p. 280, *Description d'un instrument pour faciliter la mise en vernis des planches destinées à la gravure,* par M. Terry, graveur de la Banque d'Angleterre.

GRAVURE AU BURIN.

REES' CYCLOPÆDIA, t. XIII, art. *Engraving.*

ENCYCLOPÆDIA METROPOLITANA, etc., t. V, p. 794, 831; *Règles à suivre pour les hachures,* ibid., p. 783, 833 et 834; *Préparation du cuivre,* 841.

O'REILLY, *Annales des arts,* t. II, p. 354, *Description d'une table mobile à l'usage des graveurs en taille-douce,* par l'abbé Longhi.

REPERTORY OF ARTS, 1st series, t. V, p. 354, description de la même table, traduite en anglais des *Transactions de la Société patriotique de Milan.*

GRAVURE A LA POINTE SÈCHE.

REES' CYCLOPÆDIA, t. XII, art. *Dry point.*

ENCYCLOPÆDIA METROPOLITANA, t. V, p. 811.

TECHNICAL REPOSITORY, t. II, p. 254. *On and improved mode of forming and sharpening the point of Etching needles and dry point,* by Edmund Turrel. C'est la description d'un appareil au moyen duquel les pointes sèches sont terminées par un cône parfait.

GRAVURE A LA MANIÈRE NOIRE (MEZZOTINTO).

REES' CYCLOPÆDIA, t. XIII, art. *Engraving;* t. XXIII, art. *Mezzotinto.*

ENCYCLOPÆDIA METROPOLITANA, t. V, p. 824, 843, Méthode de Leblon, p. 826.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, t. XXXII, p. 309, et t. XXXIII, p. 286, *Rapport sur le berçage mécanique de M. Saulnier;* t. XXXIII, p. 223 et 287, *Rapport sur le berçage mécanique de M. Collas.*

TECHNICAL REPOSITORY, t. III, p. 285, *On the advantages of engraving in mezzotinto on steel plates* by, T. Lupton.

AQUATINTE.

REES' CYCLOPÆDIA, t. II, art. *Aquatinta.*

ENCYCLOPÆDIA METROPOLITANA, t. V, p. 845.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, t. XVI, p. 174, *Rapport sur un procédé de gravure à l'aquatinte, sans mordant*, inventé par M. Keller. Ce procédé consiste principalement à écraser, au moyen d'une roulette, du sable sur les points de la planche où l'on veut produire les effets de l'*aquatinte*.

ARCHIVES DES DÉCOUVERTES, t. X, p. 213, *Procédé Keller*.

STAPPART, *Art of engraving with a brush on copper*. C'est la gravure au sel dont nous avons parlé plus haut.

GRAVURE A LA ROULETTE (IMITATION DU CRAYON).

REES' CYCLOPÆDIA, t. VII, art. *Chalk engraving*; t. XXXIV, art. *Stirpling*.

ENCYCLOPÆDIA METROPOLITANA, t. V, p. 845; *Procédés français*, p. 826; *Procédés anglais*, p. 827.

GRAVURE SUR VERRE.

BREVETS PUBLIÉS, t. IV, p. 315, brevet *Landolle;* t. IX, p. 195, brevet *Desvignes;* t. XXIII, p. 160, brevet *Jeanson*.

ARCHIVES DES DÉCOUVERTES, t. XIV, p. 146, *Procédé Landolle*.

O'REILLY, *Annales des arts*, t. V, p. 153, *De l'art de graver sur verre par l'acide fluorique*.

BIBLIOTHÈQUE BRITANNIQUE, t. XIV, p. 192, *De l'antiquité de l'art de la gravure sur verre*, par F. Accum (extrait du *Journal de physique*, de Nicholson).

GRAVURE SUR ACIER (PROCÉDÉ PERKINS).

TECHNICAL REPOSITORY, t. I, p. 195.

LONDON JOURNAL OF ARTS, t. I, p. 64, 160 et 256.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, t. XIX, p. 208.

ARCHIVES DES DÉCOUVERTES, t. XIII, p. 239; t. XV, p. 265.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE, t. XIV, p. 58; *Réclamation de M. Guillot*, t. XIV, p. 245.

GRAVURE SUR ACIER (MÉTHODE ACTUELLE).

REPERTORY OF ARTS, 2e série, t. XLV, p. 341, *Procédé de M. Warren;* t. XLVI, p. 281, *Procédé de M. Turrel*.

MACHINES A GRAVER.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, Description de la *Machine de M. Petitpierre*, t. IX, p. 137.

Sur les *Machines à graver en général*, t. XXII, p. 169.

Description de la *Machine de Conté*, t. XXII, p. 176.

Description de la *Machine de M. Gallet*, t. XXVII, p. 125.

Description de la *Machine de M. Turrel*, t. XXVIII, p. 559.

Sur la *Machine à médailles de M. Collas*, t. XXXIII, p. 223 et 287.

Recueil des brevets d'invention, t. XXI, p. 80, Description d'une *Machine de M. Collas* pour produire des *dessins irisés sur métaux.*

Archives des découvertes, Description de la *Machine de M. Hope,* t. I, p. 290.

Description de la *Machine de M. Petitpierre,* t. III, p. 219.

Description de la *Machine de Conté,* t. XVI, p. 255.

O'Reilly, *Annales des arts,* t. XV, p. 215, Description de la *Machine de Nicholson.*

Repertory of patent inventions, t. IV, p. 172, Description de la *Machine de M. Palmer.*

INSTRUMENTS ET APPAREILS DIVERS.

Repertory of arts, 2e série, t. XXXVIII, p. 302, *Règle à parallèles de M. Harrison.*

Technical Repository, t. VIII, p. 297, *Trempe des burins, procédé de M. Turrel.*

CONSERVATION DES PLANCHES.

O'Reilly, *Annales des arts,* t. XXX, p. 267, *Procédé de Michelsen.*

Archives des découvertes, t. I, p. 284.

La première partie de l'article gravure en taille-douce, jusqu'au mot *effaçage* inclusivement, appartient à M. Ollivier, le reste est de M. Boquillon.

Gravure en relief. Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, la *gravure en relief* est exactement l'opposé de la *gravure en taille-douce.* Dans celle-ci les *traits* du dessin sont *creusés* dans le métal, et cèdent au papier, sous l'influence de la presse, l'encre ou la couleur dont on les a *remplis*; dans l'autre, au contraire, les *traits* du dessin sont en *relief;* les parties qui doivent être blanches à l'impression sont creusées dans la planche, et les *traits en relief* cèdent au papier l'encre ou la couleur dont on les a *enduits.* La différence entre ces deux procédés d'impression sera plus clairement expliquée au mot Imprimerie.

La *gravure en relief* se subdivise en plusieurs arts distincts, qu'on peut toutefois ranger en deux classes : *gravure sur bois*, pour *vignettes*, etc., et *gravure sur métaux.* Cette dernière espèce de gravure permet aussi la vignette; mais jusqu'à présent cette expression a été plus spécialement appliquée à la gravure des *caractères d'imprimerie*, *des timbres*, etc. Pour nous, nous

diviserons la gravure en relief en deux parties : la première comprenant la gravure des *vignettes*, soit sur *bois*, soit sur *métal*, soit sur *pierre;* et la seconde sous le titre promis de *gravure en caractères*. Nous nous occuperons d'abord de la *gravure sur bois*.

Les instruments dont on se sert sont peu nombreux : outre des burins semblables à ceux que nous avons décrits dans l'article *gravure en taille-douce*, on emploie principalement des lames minces, étroites, terminées en pointes plus ou moins aiguës ; de petites gouges pour enlever rapidement la matière dans les grands blancs, etc., etc.

Le choix du bois à employer est d'une grande importance. La plupart des anciens graveurs se servaient quelquefois de *hêtre*, mais surtout de *poirier*. Aujourd'hui, on n'emploie guère ce dernier bois que pour de grandes planches destinées à l'impression des toiles et des papiers peints, et l'on se sert généralement de *buis*, dont le grain est plus compacte et plus serré. Pendant long-temps, quel que fût le bois employé, la surface gravée était prise dans le sens du fil du bois, sur l'une des faces, par exemple, d'une planche parfaitement dressée, et de l'épaisseur donnée à la hauteur des caractères d'imprimerie, au milieu desquels la vignette devait se trouver placée.

Depuis quelques années la gravure des vignettes se fait sur *bois debout*. Il en résulte que le bois conserve toute sa force, et que ses fibres ne sont pas sujettes à s'égrener sous l'effort des outils ou par la chute de la planche, comme cela arrivait trop fréquemment lorsqu'on gravait sur bois de fil.

Cet important perfectionnement paraît dû à Thomas Bewick, de Newcastle, mort récemment à un âge très avancé. Il offre l'avantage de permettre presque exclusivement l'emploi du burin pour les *entre-tailles*. M. Thomson paraît être le premier qui l'ait introduit en France vers 1815.

Dans quelques cas, lorsqu'on veut aller à l'économie, on ne donne pas au bois toute l'épaisseur qu'il doit avoir pour être de niveau avec les caractères d'imprimerie ; on ne lui donne que celle qui est absolument nécessaire à sa solidité, et on le double avec d'autre bois, pour le mettre à la hauteur convenable. Mais, dans tous les cas, il faut apporter le plus grand soin à ne

se servir que de bois assez vieux pour ne pas trop se voiler sous l'influence de la sécheresse et de l'humidité. Il est presque inutile d'insister sur l'absence de toute espèce de nœuds.

La surface à graver étant bien dressée et parfaitement unie, est prête à recevoir le dessin, soit directement par la main du dessinateur, soit au moyen du décalque d'un dessin fait sur papier, ou d'une épreuve d'une vignette qu'on veut reproduire.

Dans le premier cas, le dessinateur, soit à l'aide d'un crayon de mine de plomb, soit en se servant de plumes, de tire-lignes et d'encre de la Chine, dessine son sujet sur la surface du bois, préalablement recouverte au pinceau d'une couche de blanc de plomb délayé à l'eau, essuyée à l'état humide avec un linge fin, et dont on a enlevé, avec un pinceau convenable, toute la matière pulvérulente, lorsque la couche est séchée. Nous croyons que quelques graveurs se bornent à frotter la surface du bois avec du blanc de plomb en poudre, en époussetant ensuite la poussière qui ne serait pas adhérente au bois. On remplace quelquefois la couche de blanc de plomb par une couche de sandaraque. Cette opération a pour but de rendre plus visibles les traits du dessin au crayon, qui pourraient se confondre avec les veines du bois, et d'empêcher l'encre de s'étaler, lorsqu'on fait usage de la plume et du tire-ligne.

Dans beaucoup de cas, le dessinateur se contente de donner l'effet à son dessin en lavant les ombres et les demi-teintes à l'encre de la Chine, ou en les estompant s'il dessine au crayon, et laisse à la sagacité du graveur le soin de disposer les hachures qui doivent rendre cet effet. Dans d'autres cas, il dessine lui-même toutes les hachures que le graveur aura alors à reproduire, afin de juger mieux par lui-même de l'effet de la vignette à l'impression. Mais il est rare que le dessin soit ainsi complété par un dessinateur qui ne serait pas lui-même graveur.

Les procédés de décalque varient et diffèrent presque tous, d'une manière assez notable, des procédés employés dans la gravure en taille-douce.

Dans certains cas, le dessin est exécuté sur *papier* dit *autographe*, c'est-à-dire recouvert d'une légère couche de gélatine

et de colle de pâte, avec de l'*encre*, dite *autographe*, dont on se sert en *lithographie* (voyez ce mot). Le dessin étant placé renversé sur le bois, on mouille le papier, puis on le presse de manière à faire adhérer l'encre après le bois, et on enlève le papier, qui, si l'opération a été bien faite, ne conserve aucune trace du dessin, entièrement déposé sur le bois.

Si l'on tenait à conserver l'original du dessin fait sur papier ordinaire, on emploierait le procédé de décalque à la sanguine ou à la mine de plomb décrit dans l'article *gravure en taille-douce*.

S'il s'agit d'un dessin sur papier ordinaire dont on ne veut pas conserver l'original, ou d'une épreuve d'une vignette à reproduire, on procède ainsi :

Au moyen d'une couche légère de colle de pâte, acidulée avec un peu de vinaigre, on colle le papier, le dessin en dessous, sur le bois. On laisse sécher, puis, mouillant légèrement le papier, on le frotte avec le bout du doigt, de manière à l'enlever par petits rouleaux qui se forment par le frottement En agissant avec précaution, on arrivera à ne laisser sur le bois qu'une pellicule extrêmement mince de papier, qui laissera parfaitement distincts tous les traits du dessin, et ne mettra aucun obstacle à l'action des instruments.

On peut décalquer assez nettement une épreuve de vignette, même déjà ancienne, en l'imbibant de potasse ou de soude caustique à l'alcool. L'encre d'imprimerie se saponifie en partie, et laisse sur le bois, au moyen d'une légère pression, des traces suffisantes pour le graveur. Nous ferons remarquer toutefois que ce procédé présente l'inconvénient grave de réduire les dimensions de l'épreuve, dont la copie est, par conséquent, plus petite que l'original.

Une précaution que les graveurs en bois recommandent particulièrement aux dessinateurs, et qui a le même but que la faculté qu'ils leur laissent de se borner à laver ou à estomper les ombres ou les demi-teintes, est d'éviter autant que possible, surtout dans les hachures, les *traits croisés*. En effet, si l'on s'est bien rendu compte de la différence essentielle entre la *gravure en taille-douce* et la *gravure en relief*, on comprendra combien les *traits croisés*, si faciles à exécuter avec la pointe ou le burin

sur une planche de cuivre ou d'acier, présentent de difficultés sur le bois, puisqu'il s'agit d'enlever, en *épargnant* les traits, tous les carrés ou lozanges blancs formés par le croisement des traits ; on comprendra combien il faut d'adresse et de patience pour enlever ainsi des milliers de petites parcelles de bois, sans gâter les traits qui les enveloppent, et l'on se rendra compte de l'aversion des graveurs en bois pour les traits croisés.

C'est à cette aversion, ou plutôt à cette extrême difficulté, qui, prolongeant la durée du travail, augmente considérablement le prix d'une vignette, qu'est dû, chez quelques uns de ces artistes, ce tact exquis au moyen duquel ils sont parvenus à rendre, par des hachures parallèles, renflées ou amaigries à propos, des effets que la taille-douce n'a jamais produits qu'au moyen de hachures croisées. Nous connaissons des collections de gravures en relief, exécutées en Angleterre, et dans lesquelles nous n'avons pu rencontrer un seul croisement de traits dans les hachures; hâtons-nous d'ajouter que cette absence d'un moyen si fréquemment employé dans la taille-douce ne nuit aucunement à l'effet du dessin.

Le dessin ou le calque étant terminé sur la planche, on recouvre celle-ci d'une feuille de papier collé par ses bords, et dont on déchire successivement de petits morceaux, à mesure que la gravure avance, ce qui reste de papier servant à protéger le dessin, que le frottement de la main pourrait effacer.

L'espace nous manque pour entrer dans les détails généraux de l'exécution d'une gravure en relief sur bois; nous n'apprendrions rien de nouveau à ce sujet aux artistes, et ceux de nos lecteurs auxquels cet art est étranger ne seraient que médiocrement intéressés par une description minutieuse de ce qu'on entend par *coupe, recoupe*, etc., opérations qui constituent les principes fondamentaux de la gravure sur bois de fil. La liste que nous donnerons, à la fin de cet article, des ouvrages consultés sur la matière, pourra, au surplus, satisfaire complétement la curiosité des uns et l'intérêt des autres. Toutefois, nous ne quitterons pas la gravure en relief sur bois sans signaler un important perfectionnement qui ne remonte, à ce que nous croyons, qu'à un petit nombre d'années, que l'*Encyclopédie de Rees* attribue

aussi à M. Bewick, de Newcastle, et qui lui aurait été suggéré par l'imprimeur Bulmer. Nous voulons parler de l'abaissement par le grattoir du plan de quelques parties, pour obtenir, par un foulage moins considérable à l'impression, des effets plus délicats, et des dégradations de teintes qu'on ne peut produire que par ce procédé.

Gravure en relief sur métaux. La gravure de la vignette sur métaux peut s'exécuter mécaniquement, au moyen de burins, d'échopes et d'autres instruments propres à inciser le métal; mais ce procédé est long et dispendieux s'il s'agit d'un dessin un peu compliqué; et, malgré la moins longue durée de la gravure sur bois, elle a long-temps obtenu la préférence sur celle dont nous nous occupons.

Depuis quelques années, de nombreuses tentatives ont été faites pour obtenir des gravures en relief sur métal, par l'emploi des mordants; et, bien que les résultats obtenus laissent encore beaucoup à désirer, nous croyons que cette nouvelle branche de l'art finira par acquérir une perfection égale à celle de la gravure en taille-douce, sans être d'un prix beaucoup plus élevé.

Nous ne nous constituerons pas juges des prétentions élevées sur la priorité des tentatives faites à cet égard. Nous croyons que les anciens maîtres y avaient songé, et quelques vignettes dont les épreuves existent dans les cabinets des curieux semblent ne laisser aucun doute à cet égard.

A Paris, les frères Lambert et M. Girardet paraissent avoir eu recours à ce moyen il y a une trentaine d'années. M. Carez, imprimeur à Toul, élève les mêmes prétentions, qu'il fait remonter à 1806.

Quoi qu'il en soit, nous allons décrire successivement les divers procédés qui sont parvenus à notre connaissance pour atteindre ce but.

Nous commencerons par ceux que M. Carez signale comme les premiers auxquels il ait eu recours. Il imagina d'abord de vernir le cuivre comme pour une gravure en taille-douce, et d'y calquer son dessin de la même manière; puis, à l'aide d'échoppes, il enlevait le vernis des entre-tailles, en épargnant avec soin tous les traits du dessin. Il procédait ensuite à l'opération de la morsure, qu'il laissait se prolonger jusqu'à ce qu'elle eût atteint la

profondeur suffisante, en ayant soin de recouvrir successivement avec du petit vernis les parties qu'il jugeait suffisamment mordues. Ce procédé avait l'inconvénient grave de compromettre la gravure : l'eau forte, en mordant latéralement, aussi bien qu'en profondeur, pouvait détruire, avant qu'on s'en aperçût, les traits fins et isolés sur lesquels le vernis avait pu être ébranlé par le travail de l'outil destiné à enlever les blancs.

Tout récemment, M. Dembourg, de Metz, s'est servi du procédé suivant. Il dessine directement sur le cuivre, avec un pinceau ou avec une plume trempés dans du petit vernis, puis il fait mordre avec l'acide nitrique à 18° s'il fait chaud, et à 20° s'il fait froid; mais il recommande de faire mordre sans interruption, parce qu'il a remarqué que de longs intervalles fatiguent le vernis.

M. Deleschamps recommande, dans l'emploi de ce procédé, d'ajouter un peu de caoutchouc au petit vernis, ce qui en rend l'adhérence plus grande avec le cuivre.

Le même auteur a obtenu quelques résultats du procédé suivant, dont toutefois il ne se montre pas satisfait. Il enduit la planche d'un vernis soluble dans l'eau, et qu'il compose de substances sucrées, de sucs et de gommes. Lorsque cet enduit est sec, il procède comme s'il voulait graver en taille-douce à l'eau-forte; puis il verse sur la planche une dissolution résineuse dans l'alcool à 40°. Il chauffe légèrement pour forcer la résine à pénétrer dans les traits de la pointe; et plonge ensuite la planche dans l'eau pour dissoudre le vernis mucoso-sucré, et soumet alors la planche à l'action du mordant. Mais les traits obtenus sont moins forts que l'apparence primitive de la planche pourrait le faire supposer, parce que le vernis de résine déposé sur les traits, sont plus étroits à leur sommet qu'à leur base, et offrent, par conséquent, plus d'épaisseur sur leur milieu que sur leurs bords, qui sont moins protégés contre l'action du mordant.

Voici un autre procédé du même inventeur, et dont il paraît plus satisfait.

Lorsque la planche de cuivre est bien décapée, il lui fait prendre un bain rapide dans de l'eau distillée, acidulée par un vingtième d'acide nitreux, opération qui donne à la planche un

mat qui permet une plus grande adhérence au crayon vernis dont il se sert ensuite pour tracer les traits de son dessin, et dont son ouvrage n'indique pas la composition.

La planche est posée au-dessus d'une chaufferette à lampe, qui l'échauffe au degré suffisant pour faire adhérer le crayon vernis. Si l'artiste a commis quelque erreur, il trempe la pointe d'un pinceau dans de l'essence de térébenthine, et enlève par son moyen les traits qu'il veut effacer, puis essuie la place avec un linge avant d'y faire de nouveaux traits.

La planche dessinée, on l'entoure d'une bordure de cire, et l'on y verse, à quelques lignes de hauteur, du *glyphogène* de la composition suivante :

Acide nitreux à 30°,	2 onces.
Acétate d'argent,	6 gros.
Ether nitreux hydraté,	16 onces.

On prépare cet éther en faisant réagir deux onces d'acide nitrique sur deux onces d'alcool rectifié. Lorsque la réaction commence, on en arrête les progrès en ajoutant huit onces d'eau distillée.

On renouvelle le mordant de cinq minutes en cinq minutes, en ayant soin de le remuer constamment sur la planche avec un pinceau. Lorsque les parties qui présentent des tailles très rapprochées sont suffisamment mordues, on les recouvre avec du petit vernis, et l'on continue à faire mordre les parties qui doivent avoir plus de profondeur. La profondeur des entre-tailles, dans toutes les gravures en relief, doit être toujours proportionnée à leur largeur, c'est-à-dire que plus l'espace laissé en blanc par les traits du dessin est grand, plus il doit avoir de profondeur. Nous développerons, au surplus, les principes à suivre à cet égard au mot Imprimerie. Dans tous les cas, M. Deleschamps recommande, lorsqu'on a une certaine profondeur à atteindre, de revernir la planche au bout d'un certain temps avec du vernis en boule, au moyen du tampon, pour ne pas risquer de gâter la finesse des tailles en y laissant constamment le même vernis, qui se fatigue à la longue.

Pour la gravure en relief sur acier, M. Deleschamps recom-

mande l'emploi du *glyphogène* dont il se sert dans la taille-douce sur le même métal. La proportion de l'acétate d'argent devra être triplée, et il ne faudra renouveler le glyphogène que toutes les dix minutes.

On obtient également, et par des moyens analogues, une gravure en relief sur pierre lithographique, en employant un acide qui pèse au plus 4°. L'acide hydrochlorique est celui qu'il faut employer de préférence.

Il résulte des détails dans lesquels nous venons d'entrer sur la gravure en relief sur métal et sur pierre, que cet art est loin d'avoir obtenu le degré de perfection auquel il peut parvenir ; et que c'est surtout dans l'application du vernis destiné à protéger les tailles qu'il laisse beaucoup à désirer. En effet, si l'on emploie les premiers moyens indiqués, c'est-à dire l'enlèvement du vernis dans les parties qui doivent rester blanches, il est évident que l'artiste manquera de la liberté de travail nécessaire, et qu'il atteindra difficilement une grande pureté de lignes ; si l'on recouvre à la plume, au tire-lignes ou au pinceau, cette pureté de lignes, si nécessaire, sera encore moins facile à obtenir, parcè que si le vernis est suffisamment fluide pour couler facilement de l'instrument employé, on court le risque de le voir s'étaler sur la planche, tandis qu'il n'adhérera que par parties si on lui donne trop de consistance. Enfin, il est évident qu'aucun des instruments employés ne pourra produire des lignes aussi fines que les effets qu'on recherchera pourront l'exiger.

D'un autre côté, quel que soit le mérite du glyphogène de M. Deleschamps, il nous semble assez difficile qu'il creuse à la profondeur nécessaire autour de traits d'une grande finesse sans qu'il soit jamais possible qu'il les *fouille en dessous*, de manière à les faire sauter ; et le seul moyen d'empêcher ce résultat fâcheux consisterait à recouvrir de petit vernis, avec un pinceau, le talus de ces traits, à mesure que les entre-tailles se creuseraient. Mais ce moyen est long, et augmenterait considérablement le prix de la gravure. Deux choses étaient donc à trouver pour obtenir de bonnes gravures en relief à l'eau-forte sur métal, savoir : un procédé qui dépose sur la planche des traits de vernis aussi fins qu'on puisse le désirer, et un autre procédé

pour recouvrir rapidement et sûrement les talus de ces traits, à mesure que l'entre-taille se creuse.

Ces deux procédés sont trouvés, et font partie d'un ensemble de procédés dont M. Collas et nous, nous occupons depuis long-temps, pour parvenir à rendre la gravure en relief aussi parfaite et presque aussi économique dans son exécution que la gravure en taille-douce. D'importants résultats déjà obtenus ne nous laissent aucun doute sur le succès qui, nous l'espérons, amènera une utile révolution dans la librairie, en permettant de publier, avec des planches en relief, une foule d'ouvrages scientifiques pour lesquels, jusqu'à présent, on n'avait eu recours qu'à la gravure en taille-douce. On verra, à l'article Imprimerie, toute l'importance de l'économie qui pourra résulter d'un procédé qui permet le tirage des figures en même temps que celui du texte.

Les procédés divers dont nous avons parlé plus haut, ne sont pas les seuls auxquels on ait eu recours pour obtenir des gravures en relief. Nous trouvons dans le t. II des *Brevets d'invention publiés*, p. 143, la description suivante, décrite avec d'autres procédés de *stéréotypie*, en 1792, par M. F.-J. Hoffmann, de Schelestat; il avait pour but la gravure en relief des cartes géographiques.

On recouvre une planche de cuivre bien dressée d'une couche terreuse de l'épaisseur d'une ligne, plus ou moins, suivant le relief qu'on veut avoir. Cette couche est composée d'ocre, de sel de tartre, et d'une bonne dose de gomme arabique, le tout délayé dans du vinaigre. On forme la couche en plusieurs fois, en faisant sécher chaque fois la planche dans une étuve, après quoi on trace sur cette couche, devenue très dure, la carte géographique dont on veut avoir le plan en relief.

Le tracé fini, on met la planche pendant vingt-quatre heures dans une cave un peu humide. Le sel de tartre, tombant en déliquescence, ramollit la terre et la rend propre à être coupée avec de petits instruments fabriqués pour ce travail. On a soin de creuser jusqu'au cuivre, et la gravure terminée, on laisse de nouveau sécher la couche terreuse.

On obtient par ce moyen un creux, une matrice de la gra-

vure, dont on prend ensuite un *cliché* par les procédés que nous décrirons au mot POLYTYPAGE ou STÉRÉOTYPIE.

M. Carez, de Toul, déjà cité, paraît n'avoir pas eu connaissance de ce brevet, aujourd'hui dans le domaine public; car, le 2 mars 1827, il a pris un brevet de quinze ans pour des procédés de gravure en relief, qu'il nomme *pantoglaphie*, et dans lequel il décrit le principe du procédé Hoffmann. Nous n'y avons trouvé de différence que dans la composition de la couche dont il recouvre la planche.

La gravure en relief n'a pas seulement pour but la reproduction d'un dessin sur papier comme estampe ou comme accompagnant un texte en caractères typographiques : elle forme également, ainsi que quelquefois la taille-douce elle-même, partie essentielle des procédés de plusieurs autres arts, notamment de la fabrication des *papiers peints* et de l'*impression sur indienne*. Mais les procédés d'exécution sont de même nature que ceux que nous avons décrits.

L'espace nous manque pour entrer dans de plus grands détails sur un art qui, bien qu'il ait produit des chefs-d'œuvre, a encore beaucoup à faire pour atteindre au point de perfection et d'économie auquel nous croyons possible de le porter.

Nous allons terminer ici par la liste des ouvrages consultés sur la matière.

REES' CYCLOPÆDIA, t. X, art. *Cutting wood;* t. XXXVIII, art. *Wood engraving.*

ENCYCLOPÆDIA METROPOLITANA, *Mixed and applied sciences*, t. V, p. 780, 786, 793, 816, 835, 836, 837, 840.

BREVETS D'INVENTION EXPIRÉS, t. II, p. 143, brevet *Hoffmann;* t. IV, p. 84, brevet *André*, pour gravure sur pierre; t. VI, p. 51; t. XI, p. 310, brevets *Duplat*, pour gravure sur pierre.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, t. IV, p. 192; t. V, p. 223; t. VI, p. 48, 140; t. VII, p. 81, 204, 249; t. VIII, p. 205, 349, *Procédés divers*, ou *Prix proposés.*

REPERTORY OF ARTS, 2e série, t. XXXIX, p. 113, *Gravure en relief sur cuivre*, patente de Lisars; t. XL, p. 268, *Gravure en relief sur ivoire par pression*, patente de Westwood.

ARCHIVES DES DÉCOUVERTES, t. I, p. 282, 287; t. II, p. 239; t. IX, p. 283; t. XIII, p. 238, *Procédés divers.*

O'Reilly, *Annales des arts*, t. XXX, p. 272; 2e série, t. III, p. 278, *Gravure sur pierre.*

Bibliothèque britannique, t. X, p. 166, *Multiplication des planches en relief sur verre.*

Dictionnaire des découvertes, t. VIII, p. 420, *Procédés divers.*

Nous ajouterons à cette liste la liste suivante des ouvrages qu'on pourra consulter sur divers procédés de transport des épreuves de gravure.

Brevets d'invention publiés, t. II, p. 45, *Procédé Robertson pour transporter des épreuves de gravure sur verre, sur baudruche*, etc. ; t. V, p. 205, *Procédé Morin de Guerivière pour transporter des épreuves sur verre.*

Bulletin de la Société d'encouragement, t. IV, p. 223, *Procédés pour transporter les épreuves sur verre au moyen de la colle-forte;* t, XXII, p. 240, *Procédé Morin de Guerivière.*

Archives des découvertes, t. XI, p. 195, *Procédé Robertson;* t. XIV, p. 265, autre *Procédé de transport sur verre;* t. XVI, p. 257, *Procédé Morin de Guerivière.*

Repertory of arts, 2e série, t. XVI, p. 68, *Procédé de transport sur verre,* patente de Devenport.

Gravure en caractères. Les procédés de cet art sont peu nombreux, ainsi que les outils dont on se sert pour exécuter les poinçons dont nous avons décrit la *trempe* dans l'article Fondeur en caractères. Quelques burins, quelques lames de la grandeur de celles d'un canif, mais étroites et fortes; quelques limes, une pierre du levant bien dressée, une équerre à courtes branches, mais très haute de côtés; un petit étau à main, un tas creux, avec deux vis de pression; quelques calibres, composent à peu près l'outillage du *graveur en caractères.* Après avoir dressé bien carrément la face du bout d'acier sur lequel il veut graver une lettre, que nous supposerons d'abord ne pas avoir de blanc à l'intérieur, telle que le l, le t, l'i, etc., il dessine cette lettre sur la tige d'acier, puis, prenant celle-ci dans l'étau à main, si la tige est petite, il approche avec la lime et avec les lames de canif les contours de la lettre tracée, jusqu'à ce qu'il n'ait plus de matière à enlever.

Mais si la lettre porte du blanc à l'intérieur, comme le b, le d, le a, le graveur commence par faire un poinçon particulier, nommé *contre-poinçon,* et auquel il donne, par les mêmes

moyens, la forme exacte de ces parties blanches. Le contre-poinçon terminé et trempé au point convenable, le graveur place dans le tas creux la tige d'acier sur laquelle il veut graver le poinçon, et l'y fixe solidement au moyen de deux vis de pression placées sur deux côtés adjacents du tas; puis, à l'aide d'un marteau, il enfonce le contre-poinçon dans le poinçon à une profondeur d'autant plus grande que la lettre est plus grosse, ou, si l'on veut, que les blancs sont plus grands. Le creux des blancs convenablement produit par l'enfoncement du contre-poinçon, le graveur enlève, soit avec la lime, soit avec ses autres outils, tout le contour de la lettre, en procédant comme nous venons de le dire pour les lettres pleines.

Comme l'action du contre-poinçon, ou celle des autres outils, relève des bavures sur les contours de la lettre, le graveur passe celle-ci de temps en temps sur la pierre, en ayant soin de maintenir la tige du poinçon bien perpendiculaire au plan de la pierre, au moyen de l'équerre, qu'il y promène en même temps; et comme le poinçon présente la lettre en sens inverse de celui qu'elle aura à l'impression, on prend de temps en temps une empreinte du poinçon en le noircissant à la fumée d'une bougie, et en l'appliquant sur une carte légèrement humide, où le noir de fumée se dépose et laisse une empreinte exacte du poinçon.

Les calibres servent à donner constamment la même hauteur et la même pente à toutes les lettres de même espèce.

On voit, par tout ce que nous venons de dire, que tout l'art du graveur en caractères réside dans son habileté manuelle, et dans le goût avec lequel il sait donner aux lettres une forme plus ou moins élégante.

Le seul ouvrage auquel nous puissions renvoyer nos lecteurs sur cette matière est encore le *Manuel typographique*, de Fournier, déjà cité dans l'article Fondeur en caractères.*

Boquillon.

GREFFE. (*Agric.*) La greffe est une opération par laquelle on unit une partie végétale vivante à une autre, pour s'identifier et croître avec elle comme sur son propre pied.

Son but est de multiplier des espèces qui le seraient difficilement, ou ne pourraient pas l'être par un autre moyen, et de

conserver intactes les variétés et sous-variétés dues au hasard de la fécondation.

Elle a aussi l'avantage d'accélérer la fructification et la maturation, d'améliorer les fruits, et d'embellir les fleurs.

Elle consiste essentiellement dans l'implantation d'un *gemma* sur un sujet de même variété, espèce ou genre, favorisée par la conformité nécessaire entre la sève des deux individus, les époques de son mouvement, le temps de la durée ou de la chute des feuilles, et les qualités des sucs propres. Le *gemma* contient, aussi bien que la graine, le rudiment d'un individu parfait. Indépendamment des analogies d'organisation, la réussite dépend aussi de circonstances météorologiques que le bon cultivateur sait observer et choisir.

Les sujets ne changent pas le caractère essentiel des greffes, mais ils les modifient souvent;

Dans la grandeur : ainsi les pommiers, qui, sur franc, s'élèvent à 7 ou 8 mètres et plus, greffés sur paradis, atteignent à peine la hauteur de 2 mètres ;

Dans le port;

Dans la rusticité ;

Dans la fructification plus ou moins abondante;

Dans la grosseur des fruits : beaucoup de fruits charnus, et particulièrement ceux à pepins, sont plus volumineux, d'un cinquième, d'un quart, et même d'un tiers, sur les arbres qui ont été greffés, que sur les arbres de même variété provenus de semences;

Dans la quantité des graines, qui sont, en général, mieux nourries, plus nombreuses et plus fertiles sur les individus provenus de graines que sur ceux qui ont été greffés, surtout lorsqu'ils ont été cultivés depuis long-temps, le grossissement du péricarpe étant plus contraire que favorable à la grosseur des graines ;

Dans la saveur des fruits : les sujets ne peuvent pas, sans doute, transformer une prune, une pêche ou une pomme, en fruits d'un autre genre, mais ils influent d'une manière sensible sur leur goût. Le prunier de reine-claude produit des fruits insipides ou savoureux, suivant les variétés de sauvageons de son espèce sur lesquelles il est greffé. Les cerisiers greffés sur

le *mahaleb* ou sur le *merisier des bois*, donnent des fruits de saveur très différente;

Enfin, dans la durée de leur existence. La plupart des arbres fruitiers, surtout dans les divisions des fruits à noyaux. vivent moins long-temps greffés que venus de semences. Parmi les arbres fruitiers à pepins, dans le genre du pommier, par exemple, le maximum de la longévité des individus greffés sur paradis est de quinze à vingt-cinq ans; les individus entés sur franc vivent jusqu'à cent vingt ans, et ceux qui, provenus de semence, n'ont été ni greffés, ni taillés, peuvent aller au-delà de deux cents ans.

On peut réduire le genre des greffes à quatre sections : les *greffes par approche*, les *greffes par scions*, les *greffes par gemme*, et les *greffes des parties herbacées*.

La première section réunit toutes les sortes de greffes qui s'effectuent au moyen de quelques unes des parties des végétaux adhérentes à leurs troncs ou racines.

La deuxième rassemble toutes celles qui se pratiquent avec des parties ligneuses séparées d'un individu, et transportées sur un autre.

La troisième comprend toutes celles qui s'opèrent au moyen de gemmes, ou yeux levés avec les parties d'écorce environnantes, sur un végétal, et posés sur un autre.

Enfin, la quatrième est assez définie par son titre seul : c'est une greffe en fente, par laquelle on établit sur le sommet herbacé, tronqué, d'un végétal, le sommet du bourgeon d'un autre, dans le cours même de leur développement.

Le caractère essentiel des greffes par approche consiste en ce que les parties dont elles sont formées tiennent à leurs pieds, enracinées et vivant de leurs propres moyens jusqu'à ce que les greffes soient soudées ensemble; alors la communauté de sève est établie entre les individus. Ce sont des espèces de *marcottes* qui vivent d'abord aux dépens de leurs propres *mères*. Outre leur but direct de multiplication, on emploie aussi les greffes en approche pour donner de la solidité aux clôtures ou haies de défenses des biens territoriaux, pour procurer aux arts des bois courbes et anguleux, pour prolonger l'existence aux vieux arbres, et pour produire des effets pittoresques.

Elles peuvent s'effectuer en toute saison et en tout lieu, excepté pendant les grandes gelées et les grandes chaleurs; mais l'époque du mouvement ascensionnel de la sève est le plus favorable.

La greffe en approche consiste :

1° A faire aux parties que l'on veut unir des plaies correspondantes, bien nettes, proportionnées à leur grosseur, et plus ou moins profondes;

2° A réunir ces plaies de manière à ce qu'elles se recouvrent mutuellement, et à les fixer, au moyen de ligatures et de tuteurs solides, pour empêcher toute disjonction;

3° A préserver les plaies de l'accès de l'eau, de l'air et de la lumière, au moyen d'emplâtres durables; à surveiller le grossissement des parties, et à empêcher que les branches ne soient coupées par les ligatures;

4° A ne séparer les greffes de leurs pieds naturels que lorsque la soudure est complétement effectuée.

On se sert, pour l'exécution de ces greffes, d'un greffoir et d'une serpette. Il importe au succès que ces outils soient bien tranchants et exempts de marques de rouille.

Les greffes en approche présentent trois principales séries, suivant qu'on les exécute sur des tiges, sur des branches ou sur des racines; on peut aussi greffer ensemble des fruits, des feuilles et des fleurs.

Les greffes par scions s'effectuent avec de jeunes pousses ligneuses, telles que bourgeons, ramilles, rameaux, petites branches et racines, qu'on sépare de leur individu pour les placer sur un autre, à l'aide duquel elles vivent et croissent. Les greffes par scions sont donc des sortes de *boutures*, plantées sur des végétaux, au lieu de l'être en terre. Cette section renferme ce qu'on nomme communément les greffes en fente, de côté, par juxtaposition, et en bouts ou branches. L'opération consiste à couper les scions plusieurs jours d'avance, afin qu'ils soient moins en sève que les sujets au moment de leur emploi. On conçoit, en effet, que si la végétation de la greffe était plus avancée que celle du sujet, ne recevant pas de ce sujet autant de sève qu'elle en a besoin, elle périrait; au lieu que si le sujet est plus en sève que la greffe, il lui communiquera facilement

toute la nourriture nécessaire à son développement. Comme les greffes des arbres qui se dépouillent de leurs feuilles pendant l'hiver peuvent être coupées dès le mois de novembre, on les conserve en état d'êtres employées au printemps suivant, en les mettant en terre, soit dans un cellier, soit en plate-bande à l'exposition du nord. Pour les placer sur les sujets, il faut souvent couper la sommité de la tige de ces derniers; quelquefois même celle des branches, et toujours il est indispensable de faire des incisions ou des entailles plus ou moins profondes. Toutes les plaies doivent être faites avec des instruments bien tranchants; à la serpette et au greffoir il faut ajouter une espèce de couteau qui sert, par sa lame, à fendre le sujet, et, par son manche en forme de coin, à écarter les deux parties de la tige, pendant que l'on y introduit la greffe; un maillet en bois dur pour faire pénétrer le couteau dans les tiges qu'on veut fendre; enfin, une petite scie à main pour couper les sommités des branches trop grosses. La coïncidence des couches du liber, des greffes et des sujets, doit être aussi complète que possible. On emploie aussi des ligatures et des emplâtres. Les greffes par scions sont plus faciles à exécuter, et d'un usage bien plus général que les greffes par approche. On les a divisées en cinq séries, en raison des parties des arbres avec lesquelles on les effectue, et des opérations qu'elles nécessitent, savoir : *greffes en fente*, — *en tête ou en couronne*, — *en ramilles*, — *de côté*, — *par racines et sur racines*.

Ce qui constitue le caractère distinctif des *greffes en fente*, c'est qu'elles s'effectuent avec des ramilles ou jeunes pousses de la dernière sève, munies de deux, de cinq ou d'un plus grand nombre d'yeux ou gemma; que pour les poser on est obligé de couper la tête des sujets, et d'y pratiquer des fentes pour y introduire les greffes, dont la base est taillée en lame de couteau. Elles se pratiquent presque toujours au printemps, à la sève montante, et nécessitent des ligatures, des poupées ou l'enduit dont il a été parlé. Leur usage le plus fréquent est de former des arbres fruitiers à tiges, pour établir de grands vergers agrestes, planter des quinconces, et border des chemins vicinaux et des routes.

La série des greffes en tête ou en couronne se distingue des

autres, en ce que les greffes qui la composent sont, pour l'ordinaire, choisies parmi les rameaux de l'avant-dernière sève, quelquefois parmi ceux de l'âge de dix-huit mois; et 2° en ce qu'elles se posent sur les sujets sans fendre le cœur du bois. Ces greffes conviennent plus particulièrement à de jeunes sujets dont les vaisseaux séveux ont un très petit diamètre, et dont le bois est fort dur. On les emploie aussi sur de gros arbres fruitiers à pepins, dont le tronc ou les branches à greffer ont plus d'un décimètre d'épaisseur. Dans ce cas, elles remplacent avec avantage les greffes en fente et les greffes à écusson ou par gemma.

Quant aux greffes *en ramilles*, on les distingue aisément, en ce qu'elles se font avec de petites branches garnies de leurs rameaux, de leurs ramilles, souvent de leurs boutons à fleurs, et quelquefois de leurs fruits naissants. Ces greffes, qui se pratiquent en pleine sève, ont sur toutes les autres l'avantage d'accélérer beaucoup la fructification. Elle sont, en général, d'une exécution plus difficile, plus embarrassante, et, par conséquent, moins sûre que les précédentes; aussi en fait-on peu d'usage dans la pratique habituelle de la culture.

Le caractère des greffes *par racines* et sur racines est facile à saisir : ou ce sont des rameaux greffés sur des racines laissées à leur place, ou ce sont des racines séparées de leurs souches, et greffées sur des tiges ou des branches, ou enfin ce sont des racines d'arbres différents greffées entre elles. C'est l'union des parties aériennes et des parties souterraines des végétaux. Ces greffes s'effectuent plus sûrement pendant les premiers mouvements de la sève printanière qu'en toute autre saison. On les opère comme les greffes en fente. Quand elles se font avec des pièces détachées, il faut les tenir abritées pendant un temps convenable. Je les ai employées avec succès dans mon jardin de Fromont pour multiplier les pivoines en arbres à l'époque où elles étaient rares. Je greffais avec un égal succès sur des racines de pivoines en arbre et sur des racines de pivoines herbacées. Avec le temps, ces dernières greffes s'affranchissaient, et mon but n'était que mieux rempli. La publication immédiate de mon procédé détermina les horticulteurs à m'imiter.

Les greffes *par gemma* sont caractérisées par le transport d'une

place à une autre, sur le même ou sur un autre individu, d'un œil, bouton ou gemma, porté sur une plaque d'écorce de grandeur et de forme différentes. Dans cette section sont principalement comprises la greffe en écusson et celle en flûte. Ce sont les plus employées pour la multiplication en grand des arbres fruitiers. Elles pourraient être comparées aux *semis*, tant par l'abondance des gemma employés ainsi, que pour la facilité de cet emploi, avec cette restriction que les gemma ne font qu'augmenter le nombre des individus de leurs variétés ; tandis que les graines donnent fréquemment naissance à des variétés et sous-variétés. Cette section se divise en deux séries. La première comprend toutes les greffes en écusson qui s'effectuent au moyen d'un gemma isolé ou de plusieurs gemma réunis en un seul bouton. La deuxième réunit toutes les greffes en flûte et par juxtaposition dans lesquelles, par un même tube d'écorce, peuvent se trouver réunis plusieurs gemma écartés les uns des autres.

Greffes en écusson. On donne le nom d'écusson à une plaque d'écorce sur laquelle se trouve un œil ou gemma. Ces greffes sont employées particulièrement sur de jeunes plants de sauvageons ou sur de jeunes branches d'arbres plus anciens, ayant l'écorce mince, saine, tendre et lisse. On les pratique communément, soit au printemps, à *œil poussant*, lors de l'ascension de la première sève; soit au mois d'août, à *œil dormant*, pendant l'ascension de la seconde sève. Il ne faut y employer que des yeux bien formés, pris sur des rameaux bien aoûtés. L'incision destinée à les recevoir est de différentes formes: tantôt c'est une plaque d'écorce que l'on enlève pour faire place à une autre, tantôt c'est cette même écorce que l'on fend depuis l'épiderme jusqu'à l'aubier en forme de T. Dans ce dernier cas, on écarte par le haut, avec la spatule du greffoir, les deux lèvres de l'écorce incisée pour recevoir l'écusson. Celui-ci, levé avec la précaution nécessaire pour conserver l'œil intact, est inséré dans l'incision. Les lèvres de l'écorce du sujet sont rapprochées par dessus, de manière que les parties ne laissent aucun vide entre elles. On ligature ensuite la plaie, tant pour la contenir que pour l'abriter. Au bout d'un temps convenable, on desserre les ligatures. Les greffes s'unissent aux su-

jets dans l'espace de quelques jours. On compte au moins vingt-quatre formes de greffes en écusson.

Greffes en flûte. Ses caractères sont encore plusieurs yeux portés sur un anneau d'écorce plus ou moins grand, et sans aubier. Cette section comprend toutes les greffes nommées vulgairement en anneau, en sifflet, en canon, en cornuchet, en chalumeau, en fluteau. On les pratique lors de l'ascension de la première sève, ou vers la fin de l'ascension de la seconde.

La manière de les opérer consiste: 1° à enlever sur les rameaux des arbres que l'on veut multiplier des tubes d'écorce munis d'un ou plusieurs bons yeux; 2° à choisir de jeunes sujets dont les tiges soient de même diamètre que les rameaux des greffes; 3° à couper les têtes ou l'extrémité des branches de la plupart d'entre eux aux places où ils doivent être greffés; 4° à leur enlever des anneaux d'écorce de même longueur que ceux des greffes; 5° à poser ces derniers sur les sujets, pour remplacer ceux qui ont été supprimés; et 6° à luter les bords des scissures, pour les mettre à l'abri des influences extérieures; il faut tâcher d'opérer par un temps doux et couvert. Cette greffe rachète par sa grande solidité la longueur de son opération.

Greffes herbacées. Cette greffe est pratiquée en grand dans le jardin de Fromont, et j'en ai décrit les procédés en détail dans le Ier vol. des *Annales de l'Institut horticole*, ainsi que les perfectionnements que j'y ai apportés, et les utiles applications que j'en ai faites. C'est une espèce de greffe en fente. Elle se pratique, en sève, sur la flèche poussante des arbres résineux unitiges, et sur le bourgeon terminal poussant, formant le prolongement des arbres et arbrisseaux multitiges. Elle s'exécute au moment de la plus grande activité de la sève, et lorsque la flèche ou le bourgeon terminal a pris de la moitié aux trois quarts de son accroissement actuel. Les phénomènes se manifestent ordinairement, sous le climat de Paris, dans les premiers jours de mai, se développent dans tout le courant de ce mois, et se prolongent quelquefois jusqu'au commencement de juin. Il faut attendre que l'herbe centrale des unitiges, tels que les sapins, ait parcouru les deux tiers de son développement, avant de songer à la couper pour insérer la greffe sur le

sommet tronqué. Alors les feuilles inférieures ont pris leur distance; on trouve l'herbe continue près du sommet, on coupe cette partie de la tige verte où les feuilles, reculées l'une sur l'autre, annoncent un retard dans l'action du prolongement, et l'on greffe sur ce sommet, où l'on peut se promettre l'immobilité nécessaire au succès de l'opération. Je suis obligé de renvoyer à l'ouvrage précité pour les autres détails. On admire aujourd'hui, dans la forêt de Fontainebleau, les pins laricios, greffés à plein bois et sur bordures par ce procédé, et qui, commençant déjà à fructifier, offriront bientôt de riches porte-graines.

Je ne puis terminer cet article sans indiquer au moins les succès que j'ai également obtenus à Fromont par le procédé de la *greffe en fente étouffée*, pour la multiplication d'une foule de végétaux agréables ou utiles. J'ai décrit mes procédés et leurs avantages dans un mémoire particulier lu à l'Académie des sciences, et inséré dans mes *Annales horticoles*, afin que tout le monde puisse en faire plus promptement l'application, suivant la position et le but de chacun. SOULANGE BODIN.

GRENIER. (*Agric.*) Partie de l'habitation rurale où l'on resserre et conserve les grains battus jusqu'au moment de leur emploi.

Les ouvertures des greniers doivent être placées au nord, exposition qui donne la température la plus froide et la plus sèche. Le nombre de celles que les besoins du service demanderaient du côté du midi doivent être tenues fermées au moyen de volets, quand le remuage est terminé. Lorsque leur situation permet de pratiquer des ventilateurs dans leurs planchers, il faut avoir soin d'alterner la position des trappes, afin d'en aérer plus long-temps toutes les parties.

Pendant les six mois qui suivent le battage, on ne doit entasser les blés que sur un tiers de mètre d'épaisseur; mais lorsqu'ils sont bien desséchés, et qu'ils ont complétement ressué, on peut les élever jusqu'à deux tiers de mètre, si le plancher est assez fort pour en supporter le poids.

Les greniers à avoines se construisent de la même manière que les greniers à blé; l'humidité des rez-de-chaussée leur serait encore plus nuisible qu'au blé. Elles se conservent très bien

dans les combles, au-dessus des greniers à blé, pourvu qu'on ait soin d'en lambrisser l'intérieur. Les planchers des chambres à blé et des greniers à avoine doivent avoir assez de solidité pour supporter le poids de tous les grains dont ont les surcharge souvent. Le moyen le plus économique de la leur donner, c'est de placer sous les poutres qui les supportent des poteaux perpendiculaires les uns aux autres, qui les soutiennent d'étage en étage, depuis le rez-de-chaussée jusqu'au grenier.

Il est bon que les greniers, autant que les localités le permettent, soient placés dans un corps de bâtiment isolé, afin de pouvoir y établir des courants d'air dans toutes les directions des vents. Il convient surtout qu'il ne se trouve pas au-dessus ou dans le voisinage des écuries, des étables, ni des émanations de matières en putréfaction. Comme le carreau se dégrade facilement, et revient à la longue plus cher que le bois, le planchéiage est préférable au carrelage ; mais il est très avantageux de ménager entre le plancher et l'aire un intervalle pour établir des petites trappes, qu'on ouvrirait de distance en distance, ce qui, avec les ventouses, produirait, sans embarras et sans dépense, des courants d'air frais.

L'entretien des greniers mérite une sérieuse attention, et demande pour premier soin le nettoyage des murs et du plancher avec un balai rude, pour enlever non seulement la poussière, mais aussi les papillons, qui, pour s'accoupler, ont besoin de repos. Toutes ces ordures doivent être sur-le-champ jetées au feu. Il faut soigneusement boucher avec du plâtre, du mastic ou du mortier, toutes les crevasses, dont la moindre serait capable de recéler des milliers d'œufs et même d'insectes. (Voyez à ce sujet le mot CHARANÇON ; et pour les soins à donner aux grains pour leur conservation, voyez le mot BLÉ.) SOULANGE BODIN.

GRÈS. (*Technologie.*) On désigne sous ce nom une roche composée de grains de quartz agglutinés par un ciment quelquefois visible, mais le plus ordinairement insensible à la vue; cependant quelques variétés du grès rouge ont pour ciment une argile ferrugineuse.

La dureté du grès est ordinairement assez forte ; on s'en sert particulièrement pour le pavage, pour la construction des meu-

les destinées à aiguiser ou à donner le poli à un grand nombre d'objets de verre ou de métal, et pour les constructions.

On ne doit pas confondre avec les grès dont nous parlons les poteries désignées sous le même nom, leur nature est entièrement différente : M. Brongniart pour les distinguer, les a appelées *grès-cérames*. V. Poteries.

On désignait autrefois sous le nom de grès un assez grand nombre de minéraux qui diffèrent essentiellement par leur nature de l'espèce dont nous parlons ; mais leur composition les éloigne naturellement de cette classe.

Les grès durs et se délitant facilement sont employés avec un grand avantage au pavage, et ceux qui proviennent de la forêt de Fontainebleau sont particulièrement recherchés pour cet usage ; on leur donne la forme à peu près cubique en frappant sur la masse d'où on veut les détacher avec un marteau d'acier très pesant; il suffit ensuite d'un coup du manche de l'outil pour achever la division.

Le grès employé pour le pavage de Paris et des grandes routes est extrait de plusieurs localités: Palaiseau, Belloy et Viarmes Mafliers, Sceaux-lès-Chartreux, près de Longjumeau; Pontoise, Mareil et Muy, les Deux-Portes, près Marly, et surtout Fontainebleau : le grès du rocher du *Train*, dans cette dernière localité, est le plus estimé pour sa dureté, la régularité avec laquelle il se débite et conserve ses arêtes pendant long-temps.

Le grès se rencontre en masses isolées au milieu d'un sablon fin, très meuble, ou en bancs plus ou moins continus : à Fontainebleau, on en remarque trois principales variétés. La première, désignée sous le nom de *grès-pif*, ou *grisard*, a trop de dureté pour être employée au pavage; le *grès-pouf*, que l'on recherche pour cet usage, à cause de ses bonnes qualités ; et le *grès-paf*, qui perd sa solidité et se pulvérise quand on le frappe avec la masse d'acier. Nous renvoyons à l'article Pavés ce qui a rapport aux qualités et à l'emploi du grès adapté à cet usage.

Le grès est aussi employé à la fabrication des meules et des pierres à aiguiser. Quelques localités en fournissent que leurs qualités font rechercher. Pour dégrossir les canons de fusil dans la manufacture de Tulle, par exemple, on emploie un

grès provenant de St-Roch près Brives, dont les grains ont la grosseur d'une noisette; mais, dans la plupart des cas, un grain beaucoup moins grossier est préférable, et pour les pierres à faulx le grain doit être très fin.

Le grès que l'on rencontre dans les terrains houillers sert à faire d'excellentes pierres à aiguiser; les localités où l'on trouve les grès les plus employés pour la fabrication des meules à aiguiser sont Marcilly, Celles et Saint-Geomes, près de Langres; Passavant, Haute-Saône; l'Arche, près de Brives; Fleury, près de Villedieu-les-Poëles. Les meules en grès rouge d'Angleterre sont très estimées.

Pour les meules à polir, on emploie particulièrement le grès rouge de Kayserlantern en Palatinat, qui sert à polir toutes les agates à Oberstein; la fabrique de cristaux de Mont-Cenis en tire de la forêt de Plunoise.

Le grès mou des paveurs, pulvérisé, et le sablon naturel, servent à dégrossir les marbres et les glaces.

Dans les pays où l'on traite les minerais de fer au *haut-fourneau*, s'il existe des grès dont la dureté ne soit pas trop considérable et qui se taillent bien, on s'en sert pour construire le *creuset* de ces fourneaux. H. GAULTIER DE CLAUBRY.

GRILLAGE. Voy. HAUT-FOURNEAU.

GRILLAGE DES MINERAIS. Voy. PRÉPARATION DES MINERAIS.

GRILLAGE DES ÉTOFFES. (*Technologie.*) Les fils de matières filamenteuses, provenant des animaux, s'enflamment quand on les expose à l'action de la flamme, brûlent en se racornissant, et laissent un charbon et une matière grasse pour résidu; les fils de matières végétales brûlent rapidement, en laissant une cendre légère qui se disperse avec facilité, et la combustion cesse.

Quand on examine des fils de coton, on les trouve recouverts, sur toute leur surface, d'un duvet qui, après le tissage, se retrouve à la surface et dans les intervalles des fils. Pour que ces étoffes puissent être employées, il est nécessaire de détruire ce duvet; dans quelques fabrications, comme celle des velours, après l'action des ciseaux ou *forces*, il est également nécessaire, pour obtenir une surface lisse, de détruire l'extrémité des fi-

laments dont l'inégalité de longueur produirait un effet très préjudiciable aux qualités de l'étoffe.

C'est par l'action d'une température élevée que l'on détruit avec facilité et régularité ces petites aspérités, et les machines autrefois employées consistaient en une plaque de fonte ou de tôle, ayant ordinairement la forme d'un demi-cylindre, et chauffées inférieurement par du bois ou de la houille, au moyen d'un fourneau convenable.

Le velours ne doit être *flambé* que sur une surface, mais les toiles de coton, la dentelle, le sont des deux côtés; elles sont dans tous les cas amenées au contact de la plaque chaude, par le moyen de cylindres sur lesquels elles sont tendues, et que met en mouvement une manivelle sur laquelle agit un moteur quelconque.

Pour augmenter l'action de la chaleur sur l'étoffe, on place quelquefois une plaque de métal à quelque distance au-dessus de celle qui est chauffée. A quelques légères différences près, qu'il nous paraît inutile de décrire, les divers fourneaux à griller ont les mêmes dispositions. Cependant, Villalon Calero a imaginé d'employer des plaques mobiles qui s'ajustent sur celle qui couronne le fourneau : ces plaques sont en fonte douce qui s'écaille moins, se graisse moins, et que l'on peut ajuster facilement à la lime; elles n'ont que la largeur de la pièce à griller; on en a plusieurs de rechange.

L'étoffe doit toucher également la surface de la plaque échauffée; son mouvement de translation doit être uniforme et assez rapide pour qu'elle n'éprouve pas d'altération, en même temps que l'action de la chaleur doit être suffisante pour détruire tous les filaments inutiles.

Quand l'étoffe a besoin d'être lisse sur ses deux surfaces, elle est retournée sens dessus dessous, et vient toucher la plaque rouge par la surface opposée à celle qui a subi d'abord l'action de la chaleur; lorsque plusieurs pièces doivent être flambées, on les attache par les chefs de manière à ce qu'elles passent régulièrement sur les mêmes points de la surface.

Quelque régulièrement que pût être opéré le flambage par ce procédé, le duvet renfermé entre les fils des tissus ne pouvait être détruit bien complètement malgré la haute tempéra-

ture à laquelle on pouvait les exposer par leur contact avec la plaque chaude ; une substitution importante a été faite : elle consiste dans l'emploi de la flamme de l'alcool ou du gaz de l'éclairage, qui offrent l'une et l'autre cet avantage, qu'elles traversent les tissus même et agissent d'une manière plus uniforme sur la totalité de l'étoffe que la plaque chaude.

La facilité avec laquelle l'alcool s'évapore oblige à adopter une disposition particulière pour le maintenir à une température basse jusqu'au moment où il arrive au bec destiné à le brûler. Ce liquide est renfermé dans un tuyau environné d'eau, au moyen d'un autre tuyau concentrique; le premier se relève à l'une de ses extrémités pour recevoir l'alcool et porte à l'autre un robinet destiné à la vidange; sur sa partie supérieure sont implantés des tuyaux d'un très petit diamètre qui portent l'alcool dans un tube où plongent des mèches d'amiante renfermées dans une feuille mince d'argent repliée sur elle-même; ces feuilles remplissent exactement les ouvertures dans lesquelles on les introduit, et portent sur leur surface des trous destinés au passage facile du liquide qui doit mouiller la mèche; le niveau de l'alcool est déterminé par la courbure du réservoir; un tuyau convenable conduit dans la double enveloppe l'eau nécessaire au refroidissement.

La flamme de l'alcool ne peut être employée que dans une seule direction; mais quand on se sert du gaz on peut brûler à flamme renversée.

L'emploi de l'alcool offre déjà l'avantage d'élever suffisamment la température sans graisser les étoffes, celle du gaz présente en outre celui de pouvoir traverser plus facilement le tissu en établissant au-dessus une ventilation qui allonge la flamme. C'est à Samuel Hall que l'on doit les premières machines à griller par le gaz. M. Descroizelles fils a pris postérieurement un brevet, non encore expiré, pour diverses modifications qu'il y a apportées.

Le gaz produit par les moyens indiqués dans l'article Gaz (Éclairage au), mais qui n'a pas besoin d'être épuré, arrive par un bec au-dessous du fil ou du tissu à griller que mettent en mouvement des machines convenables; le bec est percé d'un grand nombre de très petites ouvertures placées en ligne droite; au-

dessus de la rangée du bas se trouve un tuyau horizontal; à sa partie inférieure, une fente pour l'introduction de la flamme et communiquant par sa partie supérieure avec des tuyaux dans lesquels on fait le vide par le moyen de VENTILATEURS, dont l'action est continue : ces tuyaux dans lesquels viennent se réunir les cendres provenant du flambage, sont nettoyés par une brosse métallique qui reçoit un mouvement de va et vient.

Quand il s'agit de griller des fils, on les envide sur des bobines, d'où ils se dévident sur d'autres bobines en passant au travers de la flamme; pour les tissus ils passent d'abord entre deux cylindres en bois couverts d'étoffe de laine sur lesquels ils doivent être étendus avec beaucoup de soin, ensuite sur des brosses qui relèvent les poils à la sortie de la flamme entre deux cylindres semblables aux premiers et destinés à éteindre toutes les étincelles.

La rapidité avec laquelle les tissus ou fils sont mis en mouvement dépend de leur nature; mais dans tous les cas, le moument ne doit jamais être interrompu un seul instant, le tissu s'enflammerait.

Si le tissu doit être grillé seulement sur l'une de ses surfaces, il passe une ou plusieurs fois dans le même sens au travers de la flamme; s'il doit l'être sur les deux, après l'avoir traversé un nombre de fois suffisant d'un côté, il est retourné pour le traverser également de l'autre; ici cependant, il est possible, sans rien changer à la position de l'étoffe, de la griller sur les deux faces en brûlant le gaz à flamme renversée, il suffit pour cela de placer le bec à la partie supérieure et l'aspirateur inférieurement.

GRUAU. (*Technologie.*) On a donné le nom de gruau à diverses substances alimentaires, mais en faisant suivre ce mot du nom de la substance avec laquelle il a été fait; ainsi on dit *gruau d'avoine*, *gruau de maïs*, *gruau d'orge*, *gruau de pomme de terre*. On a aussi donné ce nom à la farine du froment séparée par un premier broyage léger de la partie corticale du grain, du son, ou bien encore à la première repasse de la farine obtenue en faisant usage de la mouture économique. C'est avec cette farine, dite *de gruau*, que l'on prépare un pain de luxe d'une très grande blancheur, et qui est très recherché.

Gruau d'avoine. Le gruau auquel cette dénomination paraît d'abord avoir été consacrée, s'obtient de plusieurs manières, selon l'usage auquel on le destine, et selon qu'il doit être conservé en grain ou moulu. Si l'on veut l'obtenir en grain, on opère de la manière suivante : on a un cuvier à double fond, le premier joignant exactement, le second percé d'une infinité de trous destinés à donner passage à la vapeur d'eau; on emplit ce cuvier aux trois quarts avec de l'avoine, et on le ferme avec un couvercle qui s'adapte à la partie supérieure; on fait ensuite passer entre les deux fonds, et à l'aide d'un tuyau, de la vapeur d'eau qui provient d'une chaudière (un générateur) placée sur un fourneau, dans un lieu rapproché du cuvier ; on continue de faire arriver de la vapeur d'eau dans le cuvier jusqu'à ce que l'on s'aperçoive que cette vapeur, après avoir traversé toute la masse, arrive abondamment à la partie supérieure du cuvier; on laisse alors tomber le feu; on enlève le grain, et on le porte dans une étuve chauffée par un courant d'air chaud, ou dans une étuve de brasseur ou touraille; selon que l'on veut obtenir du gruau plus ou moins sec, plus ou moins blanc, on élève plus ou moins la température. Lorsque l'avoine est ainsi desséchée, on la porte dans un moulin à farine dont les meules sont maintenues à un espace convenable pour que l'enveloppe corticale soit brisée sans que le grain soit écrasé; on fait ensuite passer le grain, en sortant de dessous les meules, dans un ventilateur, ou *tarare*, qui sépare l'écorce du grain; on crible ensuite, et on sépare les grains qui ne sont pas privés de leur écorce, et on les fait passer une seconde fois au moulin, puis on les traite comme nous l'avons dit, c'est-à-dire qu'on les soumet à l'action du ventilateur, et qu'on les fait passer au crible.

On prépare aussi le gruau en plaçant l'avoine dans une chaudière dans laquelle on a mis une petite quantité d'eau, comme pour faire cuire des pommes de terre à la vapeur; on chauffe doucement, sans remuer l'avoine; on place dans la chaudière un bâton de bois blanc qui plonge jusqu'au fond, et on reconnaît que l'avoine est assez cuite, lorsqu'en retirant le bâton on ne remarque d'humidité sur aucune de ses parties. Cette opération, faite sur un hectolitre d'avoine, dure une demi-heure

ou trois quarts d'heure; on arrête alors la cuisson, on vide la chaudière, on y met de nouvelle avoine avec de l'eau, et l'on continue jusqu'à ce qu'on ait assez d'avoine pour une fournée.

L'avoine ainsi préparée, cuite, se place sur l'aire d'un four; on augmente un peu la chaleur qui reste dans le four après la cuisson du pain, en allumant un peu de bois; on nettoie l'aire du four, et on y place l'avoine; on ferme ce four, et on le laisse fermé pendant vingt-quatre heures. Le grain ainsi placé n'est pas seulement desséché, mais il a déjà subi un commencement de torréfaction; en effet, il a acquis une couleur brune que les habitants de la Thurgovie recherchent, parce qu'ils pensent que le gruau ainsi préparé est plus facile à digérer.

L'avoine desséchée au four est passée ensuite successivement dans deux moulins, le premier à meules peu serrées, qui servent à dépouiller le grain de la partie corticale; de ce premier moulin l'avoine est conduite par une trémie dans un tarare où la balle est séparée du grain à l'aide de la ventilation produite par six ailes en bois, montées sur l'axe de la meule tournante; dans le second moulin, l'avoine, dépouillée de sa partie corticale, est ensuite réduite en gruau par un moulin disposé comme pour la fabrication ordinaire de la semoule; mais il est à observer que les meules de ces moulins doivent être faites en pierres dures et non sujettes à s'écailler, sans cela le gruau contiendrait des fragments de pierre. Le gruau d'avoine préparé par ce procédé, publié par Matthieu de Dombasle, est un aliment sain, d'une saveur agréable; on le prépare au lait, on le fait cuire avec l'eau, et on y ajoute du beurre et d'autres assaisonnements.

M. Robinson a aussi indiqué une méthode de préparation applicable au gruau destiné à servir d'aliment (1).

On prend du gruau d'avoine préparé par la méthode ordinaire, c'est-à-dire privé de la partie corticale; on le sépare des matières étrangères par la ventilation, on l'étend sur des toiles claires, en plaçant sur ces toiles une couche de gruau de l'épaisseur d'un pouce, en portant ces toiles dans une étuve chauffée

(1) Ce procédé est aussi applicable à l'orge perlé.

à 70° centigrades, soumettant ainsi ce gruau à une dessiccation prolongée pendant trois heures, le retirant, puis le portant à la mouture fine, et enfin en le blutant. Selon M. Robinson, le gruau ainsi préparé donne avec l'eau, après quelques minutes d'ébullition, un aliment transparent que l'on ne pourrait se procurer avec le gruau ordinaire qu'après plusieurs heures d'ébullition.

Le gruau sert, en Irlande, en Écosse, en Suisse et en Allemagne, à la nourriture de l'homme; on en prépare en divers lieux de très grandes quantités; nous trouvons dans un relevé des marchandises exportées par la ville d'Aberdeen en Écosse (New-Aberdeen), qu'année commune il sort de cette ville de 3 à 4,000 tonneaux de gruau d'avoine. En France, ce produit est employé en médecine. Le gruau venu de la Bretagne est souvent demandé, mais on vend comme gruau de Bretagne du gruau fabriqué dans diverses localités, et ce produit a la même efficacité.

M. E. M., dans le *Farmer's mag.*, février 1823, a cherché à établir la valeur comparative du gruau d'avoine avec celle de la pomme de terre pour Edimbourg; il a reconnu 1° que la valeur de deux quarts de pommes de terre pesant, les deux quarts, 56 livres, était égale à celle d'un quart de gruau, pesant seulement 8 livres 12 onces; 2° que ces deux quantités différentes de produit sont considérées par les laboureurs comme contenant une égale proportion de substance alimentaire; qu'en effet, le cultivateur, sans autre raison que sa fantaisie, achète pour nourrir sa famille l'une ou l'autre de ces deux denrées, ou bien encore du pain de froment pour le même prix; selon lui, cette manière de faire donne à la pomme de terre une valeur trop grande, car il croit que son emploi n'est pas économique, 56 liv. de pommes de terre ne contenant pas, selon lui, autant de matière nutritive que 8 liv. 12 onc. de gruau d'avoine; il se fonde pour cela sur ce que la pomme de terre ne rend pas plus d'un dixième de matière sèche, et sur ce que les neuf autres dixièmes se dissipent en eau ou en parties inutiles à la nourriture, tandis que pour le gruau 4 liv. donnent, après la cuisson, 4 liv. 1/2 de gâteaux qui augmentent considérablement de volume par la mastication.

Gruau de maïs. On a donné le nom de gruau de maïs à la graine du *zea mais*, amenée par la mouture à la grosseur d'un grain de riz. On obtient ce produit de la manière suivante. On prend ces graines détachées de la râpe ou panicule, on les fait sécher, et dès qu'ils sont bien secs, on les passe entre les meules d'un moulin convenablement espacées, et on les amène ainsi, par la mouture, à la grosseur voulue. Lorsque la mouture est faite, on sépare, par le blutage, la farine qui est mêlée avec le gruau.

Le moulin dont on se sert dans les colonies pour réduire le maïs en gruau, consiste en deux disques de pierre volcanique, de 2 pieds de diamètre sur 5 pouces d'épaisseur chacune. On fait mouvoir ces meules à la main, à l'aide d'un manche placé sur le disque supérieur. L'inférieur est fixe, posé sur une table à rebords, et porte à son centre un pivot de fer carré, dont l'extrémité est cylindrique, et dépasse le niveau de la meule d'environ deux pouces. Dans le centre de la meule supérieure est pratiquée une gorge circulaire de 4 à 5 pouc. de diamètre; elle est traversée dans sa partie inférieure d'un morceau de fer plat, incrusté dans la pierre, au centre duquel est pratiqué un trou où passe la tige cylindrique du pivot fixé dans la meule inférieure. Les deux meules doivent se toucher légèrement, et on donne à la supérieure le dégré d'écartement nécessaire au moyen de rondelles que l'on place sur le pivot fixé dans le disque inférieur.

Le maïs ainsi préparé remplace, selon M. Hardy de la Chapelle, le pain dans les colonies; on le mange avec tous les mets, surtout avec ceux qui sont épicés. On peut le préparer au lait, et en varier la préparation; il soutient mieux que le riz, et les nègres le préfèrent. La manière la plus commune de le préparer consiste à prendre 2 à 3 livres de ce gruau, à le laver jusqu'à ce que l'eau ne soit plus troublée par la fécule qui s'en détache, à le mettre dans une marmite de fonte, à y ajouter de l'eau jusqu'à ce qu'il en soit recouvert d'une couche de deux à trois doigts d'épaisseur, à suspendre la marmite sur un feu flamblant, et à faire cuire; le gruau, dans ce cas, crève, l'eau diminue; s'il en reste de trop, on l'enlève; lorsque l'eau a été absorbée et que le gruau est presque sec, on ôte la mar-

mite de dessus le feu, on la place à côté pendant trois quarts d'heure à peu près, ou bien jusqu'à ce que le maïs soit bien sec et réduit à un état analogue au riz cuit qu'on appelle *kari;* on l'ôte alors de la marmite avec une grande cuillère de bois, on le met dans un plat, et on le sert ainsi. A. CHEVALLIER.

GRUAU D'ORGE. Voy. ORGE.

GRUAU DE POMMES DE TERRE. Voy. POMMES DE TERRE et POLENTA.

GRUE. (*Mécanique industrielle.*) On donne ce nom à tout système de charpente en bois, en fer ou en fonte, destiné à soulever de lourds fardeaux, et disposé en *porte-à-faux* par rapport à un axe vertical autour duquel il est mobile.

Il résulte de cette définition que les grues doivent satisfaire à deux natures différentes de conditions, les unes de construction, relatives à l'établissement de la charpente en porte-à-faux, les autres de mécanique, qui comprennent les moyens à employer pour transformer une force donnée et la transmettre au poids que l'on veut soulever.

L'étude de ces deux questions formera la première partie de cet article.

Examinons donc sous ces deux points de vue théoriques une grue représentant l'essence et pour ainsi dire l'abrégé de toutes les grues.

Dans la fig. 23, la pièce *a b* porte le nom de *butée; c f* s'appelle *tirant;* les pièces auxiliaires *e e'* s'appellent *entre-toises.*

Ces dénominations résultent des fonctions que doit remplir chacune de ces pièces, dont l'ensemble s'appelle *volée.* La distance *g e* représente ce qu'on nomme la *portée* de la grue, *b e* sa *hauteur.*

Le poids P est suspendu suivant *b* P, et sa pression est transmise par l'intermédiaire de la corde *o u* au tambour T, sous lequel les hommes agissent au moyen des leviers *m m.* Tout ce système peut tourner autour d'un axe vertical K *g*, nommé *arbre de fondation* ou *axe de rotation,* au moyen de deux tourillons verticaux en fer, et en vertu d'une force appliquée au levier *j*.

Cherchons maintenant quelles sont les conditions à remplir pour que toutes les parties de la charpente soient en équilibre

entre elles et pour que l'ensemble du système le soit par rapport à ses fondations.

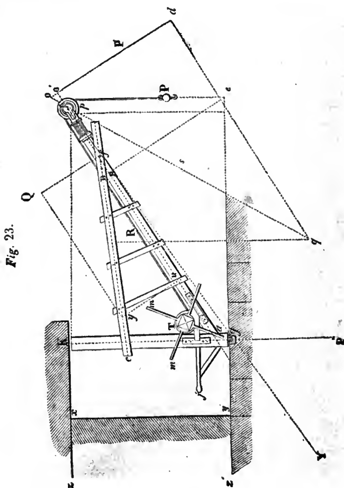


Fig. 23.

Le poids P, représenté en grandeur et en direction par *o e*, exerçant une tension égale sur tous les points de la corde *e o u*, on pourra considérer la puissance P et la résistance R comme deux forces égales concourant au point *o*, et dont la résultante *s* divisera l'angle *e o u* en deux parties égales. C'est cette résul-

tante qu'on se propose de vaincre dans la construction des grues.

Il est évident d'abord que si l'on mettait la pièce de butée suivant la ligne *s*, on serait dans les meilleures conditions de résistance. On peut arriver à ce résultat, soit en diminuant la portée, soit en augmentant la hauteur du tambour au-dessus du sol, soit en augmentant le rapport de la hauteur de la grue à sa portée. Ces conditions sont impossibles à réaliser complétement dans la pratique, en sorte que jamais on ne pourra obtenir ce résultat, mais on devra s'en rapprocher le plus possible.

Ainsi, dans le cas que nous considérons, on n'a pas atteint ce but; voyons d'ailleurs de quelle manière chacune des pièces résiste.

La force qu'il faut vaincre est représentée en grandeur et en direction par *o e*; elle peut se décomposer en deux autres *o a* et *o b*, dont la première exerce un effort de flexion, et l'autre un effort de compression qui se transmet au tourillon. La pièce *a b* ne peut pas résister seule à cet effort de flexion, parce qu'on ne peut pas la supposer encastrée au point *a*. Il faut donc, pour l'équilibre, avoir une autre force et un point offrant une résistance convenable : le point *f* d'attache des tirants est dans ce cas, et la résistance nécessaire à l'équilibre du système est la force Q, obtenue par la proportion $P' : Q :: fa : ab$. $Q = \frac{P' \times ab.}{fa}$

On voit que plus *a f* est grand, plus Q est petit, c'est-à-dire que la résistance que devra avoir le tirant sera d'autant moindre que le point *f* sera plus rapproché du point *b*.

Pour avoir la résistance numérique de la pièce *c f*, remarquons que *f y* peut être considéré comme la résultante de deux forces représentées en grandeur et en direction, l'une par *f* Q, l'autre par *f u*; celle-ci agissant suivant la pièce de butée, celle-là suivant le tirant *c f*.

Cette force sera d'autant plus grande que l'angle *c f a* sera plus petit (cela se déduit du parallélogramme des forces), de telle sorte que lorsque *c f* se confondra avec *a b*, l'angle sera nul, et la force à laquelle le tirant devra résister sera infinie.

On arriverait au même résultat en rapprochant le point f du point a, de manière à ce qu'ils se confondent.

On peut donc, de ces deux considérations, conclure que l'on devra autant que possible, dans la pratique, mettre le point d'attache du tirant à la butée le plus près possible de la poulie, et le point d'attache du tirant à l'arbre le plus haut possible.

Après avoir donné les moyens de résister aux efforts de flexion et de traction, il nous reste à expliquer la manière dont on résiste aux efforts de compression, qui sont ici en grandeur et en direction Qy et o B, et qui s'exercent au point a, en s'ajoutant l'une à l'autre. Cet effort peut quelquefois être énorme; il faut donc le diminuer autant que possible par une bonne disposition du tirant, c'est-à dire en augmentant l'angle $c\,f\,a$, et diminuant la distance $f\,b$, comme on l'a déjà dit.

Il importe maintenant de consolider tout le système, après avoir donné une solidité convenable à toutes les parties qui le composent; nous voulons parler des fondations. Pour avoir la résistance au point K, on remarque que le système peut être considéré comme un levier coudé K $g\,e$, qui serait sollicité par deux forces, l'une P verticale en e, l'autre horizontale en K. Pour avoir cette dernière, qui est évidemment l'inconnue, on posera $x : \mathrm{P} :: g\,e : g\,\mathrm{K}.\ x = \dfrac{\mathrm{P} \times g\,e}{g\,\mathrm{K}}$, ce qui semblerait prouver que plus l'arbre est grand, plus la force x est petite, et, par conséquent, moins les fondations ont besoin d'être résistantes. Mais cela n'est vrai que théoriquement; dans la pratique, cela ne se vérifie pas; car, quel que soit le système qu'on emploie pour avoir un point d'appui supérieur, il prendra toujours ses fondations sur la terre, et son moment de déversement sera sa résistance multipliée par son bras de levier $x'\,y'$, ou sa hauteur; et la hauteur augmentant, la résistance diminue, en sorte qu'à mesure que la force qui serait nécessaire pour résister à la pression du point K devient moins considérable, la force que l'on a à sa disposition, diminue dans le même rapport. On voit donc que pratiquement, en élevant l'arbre K g, on ne facilite pas la fondation.

Il est d'ailleurs évident que les points K et g sont dans les

mêmes circonstances, quant à leur résistance : observons en effet que l'on peut transporter au point g, en grandeur et en direction, les forces P et z; et l'on voit que la force z agira de la même manière sur k et sur g.

La force verticale sur le tourillon g est exactement égale à oe. Quant à la pression elle-même, elle atteindra le minimum quand la hauteur de la grue sera égale à sa portée. Donc il faudra, pour mettre les fondations dans la meilleure condition de résistance, donner à la résultante l'inclinaison de 45°, c'est-à-dire faire en sorte que la hauteur de l'arbre soit égale à la portée de la grue.

Après avoir établi, comme nous venons de le faire, le système en porte-à-faux, il nous reste à examiner la nature de la force, son mode d'application et sa transformation.

L'on n'emploie dans les grues que des moteurs animés, et particulièrement l'homme et le cheval. Le premier est même le plus fréquemment employé, à cause de la variété des manœuvres. Quant au mode d'application de la force, il varie avec les divers systèmes; tantôt les hommes agissent par leur force musculaire, comme dans les manivelles, ou par leur poids, comme dans les roues à chevilles et à tympan, ou par leur poids et leur force musculaire combinés, comme dans le cas où, dans la roue à cheville, on les attèle à des bretelles fixées à la partie inférieure de la charpente, et sur lesquelles ils opèrent une traction. Mais de quelque manière que l'on applique la puissance, son mode de transformation et le calcul de son effet ne varient pas.

La transformation s'opère toujours à l'aide d'un bras de levier, obtenu soit directement, comme dans la grue que nous venons d'examiner, soit par l'intermédiaire d'une grande roue à chevilles, dans laquelle le rayon représente le bras de levier de la puissance, soit à l'aide d'un système de roues d'engrenage dans lequel, pour avoir le bras de levier de la puissance, il faut multiplier entre eux les rayons des roues appartenant à la puissance. (Voy. Treuil.)

Le calcul de l'effet de la puissance ou du rapport de la puissance à la résistance s'opère toujours en posant l'équation suivante : la puissance, multipliée par son bras de levier, égale la

résistance, multipliée aussi par son bras de levier, qui est souvent le rayon du tambour, ou qui est représenté, dans le cas de la transformation, à l'aide d'engrenages, par le produit du rayon du tambour, par les rayons des roues appartenant à la résistance.

Ainsi, dans le cas que nous considérons, nous aurons $P \times r = X \times T\,m$, en appelant P le bois, r le rayon du tambour, X la force motrice, T m son bras de levier.

Toutes les considérations précédentes s'appliquent à une grue quelconque, et, par conséquent à toutes les grues en général. Nous allons maintenant spécifier ces idées de pure théorie en les appliquant à des grues existantes, qui offriront en même temps dans leur ensemble un résumé de toutes celles qui ont été construites, depuis les plus simples jusqu'aux plus composées.

Grues de constructions. — Les plus simples de toutes sont les grues de constructions, que l'on désigne plus communément sous le nom de *chèvres*. Les unes sont fixes, les autres mobiles; les unes prennent leur point d'appui sur la terre, et c'est là leur désavantage; les autres se placent à l'étage que l'on veut, et peuvent prendre leur point d'appui à une distance quelconque du sol. La grue fixe employée dans les constructions est composée d'un arbre vertical, au sommet duquel est une pièce horizontale sur laquelle on fixe une mouffle qui sert à soulever les pierres. L'arbre est maintenu par des cordes disposées en haubans et jouant le rôle de tirants. Ces cordes prennent leur point d'appui soit sur le sol, soit sur les maisons voisines. Quant au calcul des résistances, il s'opère de la manière suivante: l'arbre étant retenu sur sa base par des semelles, et à la partie supérieure par des haubans, le poids à soulever exerce sur l'arbre un effort de flexion avec un bras de levier égal à la distance de son point d'application à l'arbre, et la résistance qui ferait équilibre à ce poids serait x, multipliée par la demi-longueur de l'arbre, car le point d'application de cette résistance doit se trouver au point le plus faible, qui est le point milieu.

La grue de construction mobile se compose de deux pièces égales, assemblées entre elles, sous un certain angle, au moyen d'entre-toises. A l'extrémité de l'angle est fixée, entre les deux

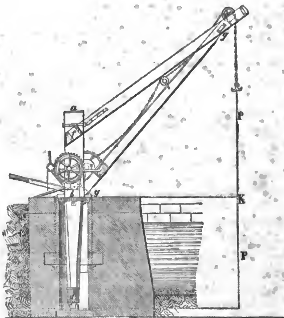
pièces, une poulie, et au point le plus ouvert est un tour sur lequel vient s'enrouler la corde qui doit soulever le corps, et que les hommes mettent en mouvement au moyen de simples leviers. Cette grue est fixée de la même manière que la précédente, et fait un angle avec l'horizon pour permettre à la verticale du poids de s'écarter de la base. L'inconvénient de cette machine, c'est qu'elle ne permet pas d'élever de grands fardeaux, parce que de son inclinaison résulte une décomposante du poids qui tend à déverser le mur sur lequel elle est posée.

Les grues que nous venons de décrire ne sont pas mobiles autour d'un axe, et mettraient en défaut notre définition, si l'on ne donnait plus communément à ces machines le nom de *chèvres*.

Grues de quai. — Un des emplois les plus fréquents des grues c'est de servir au chargement et au déchargement des marchandises dans les ports, sur les quais ; certaines dispositions particulières résultent de leur destination et de leurs manœuvres. Ainsi, d'abord, il arrive en général que ces machines ayant à soulever des poids variables, on leur affecte deux appareils différents pour transformer la force, l'un pour les forts colis, l'autre pour des poids moindres, en sorte que deux hommes peuvent suffire à l'un, tandis qu'il en faut quatre pour l'autre, à vitesses égales. Ensuite, comme après avoir soulevé le colis du vaisseau, il s'agit de le poser sur le quai, il faut s'arranger de manière à ce que la verticale du poids puisse atteindre le plus grand nombre de points possibles, pour éviter l'encombrement, et c'est pour cela qu'on leur fait généralement décrire une circonférence entière, et pour éviter le choc au moment où le poids viendrait à toucher le sol, on met des appareils destinés à modérer la force vive du poids ou à l'arrêter complétement. Ces appareils sont ou *un frein*, ou *une roue à rochet*, ou l'un et l'autre, et quelquefois double frein et double roue à rochet, pour les grues puissantes. Quand on veut faire descendre le poids, on peut faire tourner la manivelle en sens contraire ; mais, dans ce cas, la vitesse est petite ; quand on est pressé, on désembraye le pignon de la manivelle, et c'est alors que le frein sert à modérer la course, en opérant un frottement sur une circonférence en fonte, soit isolée, soit fondue avec la roue du tambour, ou avec

le tambour lui-même. Il faut, dans ce cas, tenir soulevé le cliquet de la roue à rochet, pour qu'il n'agisse pas sur elle. Quand on veut arrêter le poids en un certain point, on lâche le rochet, qui retombe sur la roue, et l'on opère sur le frein une pression plus ou moins grande, suivant l'intensité du poids. L'effet le plus utile de la roue à rochet se manifeste dans le cas où les hommes s'arrêtent pendant l'ascension du poids; alors la pression sur la manivelle devenant nulle, le poids agit et ferait dérouler la corde, en donnant naissance à un choc à son arrivée sur le sol, si la roue à rochet ne retenait tout le système. Généralement, ces grues étant isolées, prennent leurs points d'appui en dessous, excepté dans le cas où, dans les docks et les entrepôts, par exemple, elles sont appliquées contre les magasins; mais alors elles prennent plus particulièrement le nom de *potences*.

Fig. 24.



La figure 24 donne un exemple de grue de quai fondée en-dessous. La charpente en porte à faux, est en bois et se compose d'un double tirant moisé fg et d'une pièce de butée gg. Sur l'arbre ab est fixé le système d'engrenage qui sert à transformer la force.

La grue étant isolée, ses fondations sont en-dessous, et le calcul de la résistance de la maçonnerie se fait comme précédemment, en considérant l'équilibre du levier coudé ; en sorte qu'on aura $P \times Kb =$ la pression horizontale sur le tourillon multipliée par son bras de levier qui est bd. On obtient ainsi cette pression. On trouverait d'ailleurs que la pression qui s'opère au point b est la même que celle que supporte le point d, par une décomposition de forces semblable à celle que l'on a faite sur la première grue examinée.

Le problème est ramené maintenant pour que les fondations soient résistantes à trouver un massif dont la résistance au déversement soit plus grande que $P \times b K$. On trouve le volume de ce massif en posant $P \times bK = Q \times \frac{1}{2} x$; dans cette équation Q représente son poids, x sa dimension horizontale. On se donne sa hauteur h, qui varie dans la pratique entre 2, 4 et 6 mètres, et l'on a la seconde équation $Q = \frac{h \times x^2}{D}$. $h \times x^2$ est évidemment ici le volume du massif, D sa densité. Ces deux équations à deux inconnues donnent le moyen de déterminer x, la dimension horizontale du massif. Dans ce calcul, on suppose que la maçonnerie est une masse homogène et solidaire dans toutes ses parties, comme aussi l'on suppose que pour en opérer le déversement il faut soulever tout son poids. Ces deux hypothèses ne sont pas rigoureusement vraies, en sorte qu'on fera bien de prendre pour le massif une valeur plus considérable que celle que l'on trouvera par le calcul.

Le système que nous venons de décrire présente l'inconvénient de n'utiliser que les deux tiers de la force de l'homme, à cause du frottement des engrenages, du frottement de glissement du collier de rotation, et surtout parce que l'on n'emploie ici que la force musculaire des hommes.

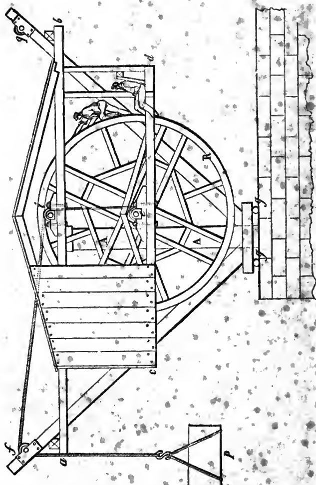


Fig. 25.

M. Albert a construit, sur le quai d'Orsay, une grue dans laquelle le mode d'application des hommes est le plus avantageux possible. Ils agissent par pression sur les chevilles d'une grande roue R (fig. 25) de 3 mètres de rayon. Ici plus de frottement d'engrenage; on a même diminué ceux qui prennent naissance dans la rotation de la grue, en transformant le frottement de glissement en frottement de roulement, qui est le dixième du

précédent, à l'aide de galets en fonte $g\,g$, de $0^m,10$ de diamètre, sur $0^m,15$ de longueur. L'arbre est fixé dans la maçonnerie, et c'est autour de cet arbre que tourne le système sollicité par un bras de levier quelconque.

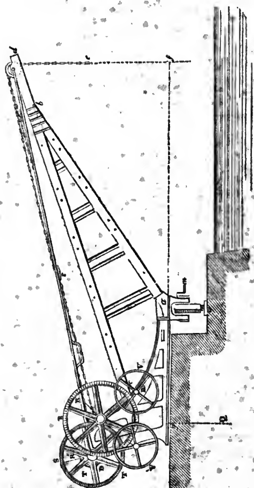
Les deux volées $f\,g$, $g\,g$, présentent l'avantage de se faire équilibre mutuellement, et permettent de n'opérer qu'une demi-révolution du système pour effectuer un chargement ou un déchargement, car le poids P peut être indistinctement appliqué à la poulie f ou à la poulie q, les deux cordes $f\,i\,e$ s'enroulant en sens contraire sur le tambour. On peut même avec avantage se servir dans la manœuvre de ces grues de la pression produite par un poids descendant, pour élever un autre poids appliqué sur l'autre poulie. Pour cela, il suffit que les hommes changent de côté, si l'on a besoin d'une pression additionnelle pour opérer l'ascension du second poids. Les deux pièces transversales $a\,b$ et $c\,d$ servent, l'une à maintenir un galet i, qui dévie la corde pour reporter sa traction sur le tambour, en suivant une direction verticale; l'autre sert à maintenir le tambour lui-même.

Cette grue, dont les avantages sont grands, comme on vient de le voir, a cependant des usages restreints; ainsi on l'excluera aussi bien que toutes celles à double volée si l'on ne peut faire décrire à la machine une circonférence entière, et l'on ne devra pas l'employer aussi bien que les grues dont le moteur agit sur une roue à chevilles, si l'on a besoin d'une grande vitesse.

La grue de Saint-Ouen, qui est aussi à double volée, et dont le mouvement de rotation est le même, est à engrenages, et a sa volée en fonte. Le poids qu'elle peut soulever est de 20,000 kil. et sa portée est de quatre à cinq mètres. (On trouvera sa description détaillée dans le *Portefeuille du Conservatoire des arts et métiers*, tome I, 2e livraison.)

Ces deux grues, d'après le système de leur construction même, ne peuvent pas être destinées à soulever de grands poids. Nous donnons, fig. 26, un système de grue pouvant soulever un poids de 30,000 kil. avec une portée de 7 mètres, et présentant plusieurs applications des lois que nous avons déduites de nos considérations théoriques; ainsi le double tirant en fer t, et la direction de la chaîne, s'approchent de l'horizontale; la dis-

tance des points d'attache du tirant et de la poulie est un *minimum*, puisqu'ils se confondent. Enfin l'ensemble de deux pièces de butée *c d*, *b a*, partagent presque en deux parties égales l'angle *t d f*.


Fig. 26.

Le système des pieces *a b*, *c d*, est double comme du tirant *t*. Toutes viennent prendre leurs points d'appui sur un bâti

en fonte disposé en deux flasques, et tournant autour d'un arbre en fer fixé inférieurement dans la fondation. Sur ce bâti est appliqué le système d'engrenages qui sert à transformer la force, et dont on peut apprécier l'effet par l'équation suivante : H puissance, P poids; $H \times R \times R' \times R'' = P \times r \times r' \times r''$. r, r', r'' représentant ici les rayons des pignons. Le système précédent est double pour éviter les accidents provenant d'une dent d'engrenage cassée, et encore pour diviser la pression sur deux roues. On comprendra également l'avantage des deux tambours T T, surtout si l'on réfléchit que souvent on a besoin de suspendre le poids en deux points, à cause de son grand volume; que souvent aussi on veut abaisser un côté du colis soulevé, ou le relever pour qu'il se présente dans une position horizontale au chargement. Alors il faut que les deux tambours puissent aller séparément ou en même temps. On y parvient de la manière suivante : les deux tambours sont fous sur l'arbre où ils sont montés, et ont chacun une roue à rochet; l'un des deux reçoit son mouvement du système d'engrenages, l'autre le reçoit du premier, à l'aide de deux roues de transmission *o o'*, solidaires avec l'arbre. On peut, à l'aide d'un manchon d'embrayage, donner le mouvement à l'un des tambours ou à tous deux en même temps. Un double système de volants tels que V V' est appliqué sur les arbres de quatre manivelles, pour vaincre les points morts. Quant au moyen de rotation, il s'opère sur un chemin de fer *a* disposé circulairement; le poids de la grue se reporte sur trois ou quatre roues en fonte, à l'une desquelles est venue une roue d'engrenage qui engrène avec un pignon dont *m* est la manivelle. Ce moyen de rotation d'une grue d'une grande puissance, employée avec succès à Manchester, sera dans les meilleures conditions de solidité et d'économie de force quand les tourillons des grandes roues seront assez forts pour résister à la pression qu'ils éprouvent, et quand cependant le rapport entre leur rayon et celui des roues sera très grand.

Nous aurions une foule de détails de construction à donner, mais nous en sommes empêché par les bornes resserrées de cet article. Nous dirons seulement, comme devant s'appliquer à toutes les grues d'une grande puissance, que le tambour doit

présenter sur sa circonférence une suite d'hélices creuses da lesquelles vient se loger la chaîne, et que la chaîne doit avoir des maillons les plus courts possibles, pour qu'elle n'ait à résister qu'à la traction, et non pas à la flexion, comme cela arriverait si leur longueur était grande.

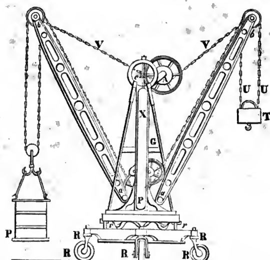
Grues d'ateliers, de fonderies, etc. — Beaucoup de ces grues sont disposées tout-à-fait de la même manière que les précédentes; cependant, en général, quand elles sont fixes, c'est-à-dire quand elles n'ont qu'un mouvement de rotation, elles ont deux points d'appui, l'un sur le sol, l'autre supérieur, dans la charpente de l'usine, et alors il faut disposer cette charpente comme devant résister aux efforts dans tous les sens. Souvent aussi ces grues sont à volée variable, c'est-à-dire que non seulement elles peuvent prendre et déposer des poids sur tous les points d'une circonférence, mais encore sur tous les points du rayon de cette circonférence, et, par conséquent, sur tout le cercle.

On comprend tout l'avantage d'une telle disposition dans les fonderies, par exemple. A Charenton, près Paris, MM. Manby et Wilson employaient une grue de ce genre. (On peut en voir la description dans le *Bulletin de la Société d'encouragement*, octobre 1826, n° CCLXVIII.) Elle est en fonte de fer, et la poulie qui sert à soulever le poids peut prendre un mouvement de translation sur un petit chemin de fer supérieur. Le mouvement s'opère à l'aide d'une crémaillère horizontale engrenant avec un pignon qui reçoit son mouvement par l'intermédiaire d'une corde sans fin, descendant jusqu'au sol, et opérant à la partie supérieure un frottement sur le volant du pignon.

Ce qui établit une différence bien tranchée entre les grues de quai et celles dont nous parlons maintenant, c'est que les grues d'atelier sont généralement mobiles, c'est-à-dire qu'elles se meuvent sur roues, pour aller desservir toutes les parties de l'atelier.

La grue des ateliers de Maudsley, fig. 27, présente un exemple remarquable de ces sortes de machines. Elle est à double volée, chacune formée de deux flasques, réunies entre elles sous un angle aigu, à la partie supérieure où s'attache les poulies. Cha-

Fig. 27.



que volée peut tourner autour du point *a* par l'intermédiaire de deux chaînes V, s'enroulant dans le même sens sur le tambour A, et formant tirant. Ce tambour reçoit son mouvement d'une vis sans fin *c*, mue par un volant *b* descendant à la portée des hommes. A mesure qu'une des volées monte, l'autre suit le même mouvement; l'une porte le poids, l'autre le contre poids. De cette manière, une grande partie du poids étant soulevée par l'appareil *c* A V, le rapport des engrenages du travail doit être calculé pour une force beaucoup moindre.

Les roues R servent à faire opérer à la grue un mouvement de translation, les roulettes *r* coniques servent à donner au système un mouvement de rotation autour de l'axe P X.

On comprend que les fondations de cette grue ne se calculeront pas comme pour les autres. Il faut et il suffit ici que le poids soulevé et le contre-poids T soient en équilibre, c'est-à-dire que leur résultante passe par le patin R, ou, si elle passe en dehors, il faudra que cette résultante, multipliée par la distance de son point d'application à l'arête autour de laquelle peut s'opérer le

déversement, soit moindre que le poids de la machine, multiplié par la demi-longueur du patin. On remarque par la considération de l'équilibre des deux poids T et P, que plus la distance *b b* est petite par rapport à celle de R R, plus le poids P peut être considérable par rapport au contre-poids, sans amener le déversement. La limite de stabilité sera donnée par la comparaison des deux distances R R et *b b*, dans le cas du plus grand écartement. Cette grue, élégamment construite dans son ensemble, est bien entendue dans ses détails; sa manœuvre doit être facile; au reste, le nom justement célèbre de l'auteur anglais suffirait pour en faire l'éloge.

L'idée de soulever un poids par un contre-poids est trop simple pour n'avoir pas été essayée souvent. Dernièrement encore on a imaginé de soulever des fardeaux à l'aide d'un levier à bras inégaux; sur le bras le plus grand est disposé un poids mobile, à l'aide d'un chariot roulant sur un chemin de fer; à l'autre bras, on suspend le poids à soulever. Quand le chariot est arrivé à une distance du point d'appui, tel que son poids, multiplié par son bras de levier, soit plus grand que le poids à soulever, multiplié par son bras de levier, alors, au moment où l'équilibre instable est rompu, le système bascule autour de son point d'appui, le poids est soulevé, et acquiert une vitesse telle qu'à la fin de la course il en résulte un choc violent, qui compromet à chaque opération la solidité du système. Pour descendre le poids, la manœuvre est inverse, mais l'effet est le même; le choc est aussi violent. Nous ne croyons pas devoir insister sur ces grues, qui ne nous paraissent pas compenser, par des avantages réels, les nombreux inconvénients qu'elles présentent. Ainsi, la transformation de la force dépensée par les hommes s'y fait avec plus de perte; car, après que le poids curseur a agi pour soulever le poids, il est arrivé au point le plus bas de sa course; et pour obtenir une seconde fois le même effet il faut le ramener à sa première position, et lui faire parcourir une distance qui est à celle que parcourt le poids soulevé en raison inverse du poids. On voit donc que l'on ne gagne pas de force. Observons que si la machine n'avait d'autre inconvénient que de donner des chocs, on pourrait les éviter

en s'arrangeant de manière à ce que le centre de gravité du système fût au-dessous de son point d'oscillation, parce qu'alors on serait dans le cas d'un équilibre stable.

Un fait pratique ressort de l'examen des grues que nous venons de décrire, c'est que la matière la plus convenable pour la volée, c'est le fer, puis le bois, en dernier lieu la fonte, comme ne donnant pas un assez grand effort à la flexion et à la traction; que la matière que l'on doit préférer pour le bâti ou l'axe, c'est la fonte, parce qu'elle résiste très bien à la compression. Si les grues anglaises ont souvent leur volée en fonte, cela vient surtout de l'abondance et du peu de valeur de la matière, et peut-être aussi, disons-le, de l'élégance que son emploi permet d'apporter dans les machines.

Victor Bois.

GUITARE. Voy. Instruments a cordes.

H.

HABITATIONS. (*Hygiène.*) Quelque vastes et bien disposées que l'on puisse supposer des habitations, sous le rapport de l'art ou de la commodité, deux conditions sont indispensables pour remplir leur destination ; ce sont des moyens convenables de renouveler et d'échauffer leur atmosphère. Si les dispositions adoptées par nos ancêtres, et qui s'accommodent peu avec nos habitudes actuelles, offraient l'inconvénient d'un chauffage difficile, du moins elles présentaient l'avantage d'une grande masse d'air, dont les dimensions des cheminées alors employées permettaient le renouvellement facile. Quand on a plus ou moins long temps habité dans ces appartements d'une hauteur si prodigieuse, en les comparant avec ceux que l'on construit maintenant, on se rappelle combien est différente la sensation d'aisance que l'on éprouve après y être resté plusieurs heures, au milieu d'une nombreuse assemblée et d'une grande quantité de bougies, et la gêne que l'on ressent lorsque, seul quelquefois, ou avec un petit nombre de personnes, dans un de nos petits appartements actuels, un seul bec de lampe ou une chandelle répandent une odeur fatigante à supporter.

Il ne faut pas cependant conclure de là que l'extrême élévation des appartements est indispensable pour qu'ils soient sains à habiter; mais il est évident qu'à moins de moyens bien connus et bien appliqués de ventilation des pièces dans lesquelles une personne d'une taille élevée se trouve quelquefois toucher le plafond presque sans le moindre effort, elles offrent de graves inconvénients pour la santé; et quand on songe qu'en même temps on n'y emploie généralement aucun des moyens convenables pour y renouveler l'air d'une manière à la fois avantageuse à la santé et à l'échauffement de l'espace, on a tout lieu de s'étonner que les architectes ne cherchent pas à concilier les commodités et la décoration des constructions avec deux choses aussi immédiatement importantes que la bonne ventilation et le chauffage; c'est ce dont à peu près généralement cependant il n'est tenu absolument aucun compte.

La quantité moyenne d'air nécessaire pour la respiration d'un individu est de 20 litres par minute. Ainsi, pendant 1 heure, il faut pour une seule personne 1200 litres. La respiration ne peut enlever à l'air qu'une très petite proportion de son oxigène; car à mesure qu'il sert à la respiration, la quantité d'azote y augmente dans un rapport très sensible, et la quantité d'oxigène qui a disparu se trouve remplacée presque exactement par un volume égal d'acide carbonique, et ces deux gaz sont impropres à la respiration. Il faut donc de toute nécessité que de l'air neuf vienne remplacer le premier, et dans un rapport tel que la proportion des gaz non respirables ne puisse arriver au point de nuire.

Si à cette cause d'altération de l'air, toujours subsistante, nous ajoutons celles qui proviennent des lumières que la pièce peut renfermer, nous verrons que pour une chandelle des 6 à la livre, par exemple, il faut 68 gram. d'oxigène, représentant 340 litres d'air, dont un tiers seulement pourrait être enlevé par la combustion, en la supposant poussée à sa limite extrême; qu'une bougie en demande 86 ou 435 litres d'air et une lampe de Carcel 336 ou 1680 litres d'air.

On ne doit pas négliger non plus de faire entrer en ligne de compte la quantité d'air nécessaire pour dissoudre la quantité de liquide provenant de la transpiration, et qui, terme moyen,

est de 80 gram. par heure : en supposant la température de 15°, il faut 6me 15 pour dissoudre cette proportion.

On aperçoit facilement combien doit déjà être grand le renouvellement de l'air pour le cas où une seule personne et une seule lumière se trouvent dans la pièce; mais si plusieurs personnes et un assez grand nombre de lumières se trouvent réunies à la fois, la multiplicité des causes d'altération de l'air viennent augmenter l'indispensable nécessité de la ventilation.

Les diverses ouvertures qui existent dans une pièce, comme les portes et fenêtres, permettent toujours l'introduction de l'air; c'est par leur moyen que se produit la ventilation; mais au détriment de la température, et souvent d'une manière non seulement gênante pour ceux qui s'y trouvent renfermés, mais nuisible même à leur santé; des moyens simples, faciles à mettre en pratique, permettent d'éviter ces inconvénients; il est à désirer que la connaissance en soit de plus en plus répandue.

Lorsque l'air nécessaire à la respiration ou à la combustion entre dans une pièce par les ouvertures des portes et des fenêtres, les personnes placées sur la route de ces lames d'air en ressentent d'autant plus l'impression que la proportion d'air est plus grande, à cause du nombre des individus, de la quantité de lumières et de la proportion de combustible brûlée dans la cheminée.

Si on veut diminuer le refroidissement produit par cette cause en garnissant les ouvertures de bourrelets ou par l'emploi de doubles portes et croisées, on tombe dans un autre inconvénient, qui consiste à rendre la ventilation moins facile, et en même temps à diminuer le tirage des cheminées et à produire fréquemment le refoulement de la fumée dans l'intérieur de l'appartement.

Les pièces dans lesquelles se trouvent plus ou moins habituellement réunies plusieurs personnes doivent toujours avoir au *minimum* une hauteur de 2^{m},50; pour produire à la fois la ventilation et pouvoir développer la chaleur nécessaire, il est indispensable de disposer des ouvertures qui permettent l'introduction d'une masse d'air suffisante, animée d'une faible vitesse.

Dans les pays très froids, où l'on est dans l'habitude de maintenir une température élevée dans l'intérieur des appartements, des poêles ou des calorifères sont presque constamment employés pour le chauffage des habitations. Le plus ordinairement, le feu y est introduit par l'extérieur des pièces où l'on se réunit, et dans lesquelles l'air chaud se répand au moyen de bouches; dans ce cas, si les moyens de ventilation ne sont convenablement disposés, l'air est, comme on le dit, étouffé et fatigant à respirer; si l'ouverture du poêle se trouve dans la pièce même, et que l'on n'ait pas pourvu à lui fournir l'air nécessaire par des conduits appropriés, l'introduction de l'air extérieur par toutes les ouvertures produit les inconvénients précédemment signalés.

On peut obvier à tous ces inconvénients, soit que l'on fasse usage de poêles, soit que l'on se serve de cheminées, en disposant à l'extérieur de la maison, et autant que possible au nord, ou dans une cave, une prise d'air suffisante. Pour une cheminée, l'air conduit par un tuyau placé sous le plancher bas de l'appartement vient déboucher entre deux parois peu distantes, soit au-dessous de l'âtre, soit dans les jambages ou le contrecœur de la cheminée; soit enfin dans un système de tuyaux sur lesquels on fait reposer le combustible, et passer ensuite dans un tuyau qui s'élève dans l'intérieur de la cheminée, où il est enveloppé par le courant d'air chaud; une large ouverture verse cet air échauffé dans la partie supérieure de la pièce, d'où la ventilation produite par la cheminée l'attire sur le combustible, en produisant un mouvement de la masse entière de l'atmosphère.

Si l'on fait usage d'un poêle, la prise d'air vient déboucher au-dessous du foyer; l'air circule dans un système de tuyaux convenablement disposés, et se répand ensuite dans la pièce, où il produit un effet tout-à-fait semblable à celui que nous avons indiqué plus haut.

Si la bouche du poêle n'était pas placée dans la pièce même qu'il s'agit d'échauffer, une disposition particulière serait nécessaire pour obtenir l'effet désiré; elle consiste à déterminer un appel par le moyen d'une cheminée ou d'un poêle placés dans une pièce voisine, etc.

Dans tous les cas, comme la température d'une pièce d'habitation ne doit pas outre-passer 18°, on doit donner aux ouvertures par lesquelles l'air échauffé y parvient, et à celles qui lui donnent issue, des surfaces égales et suffisantes pour que l'air ait une faible vitesse ; si, au contraire, comme on le fait le plus habituellement, on donne aux orifices d'air chaud de très petits diamètres, l'air n'arrive pas en proportion suffisante, et il se trouve à une température très élevée, ce qui incommode beaucoup les personnes qui se trouvent sur son passage.

En adoptant de semblables dispositions, on peut donc produire à la fois deux effets très utiles; et comme l'air parvient toujours dans la pièce à une température élevée et que l'on peut déterminer, il est toujours facile d'élever celle de la chambre au degré voulu, en même temps que le renouvellement de l'air permet de réunir dans un espace peu étendu un grand nombre de personnes.

Quand la température n'a pas besoin d'être élevée artificiellement, la ventilation déterminée par la seule différence de température des lieux en communication produit le seul effet désirable dans cette circonstance, le renouvellement de l'atmosphère.

On voit combien des moyens si simples et si faciles à adopter, surtout dans des constructions nouvelles, offrent d'avantages sous le rapport de l'hygiène ; à peine pourrait-on citer une localité où ils ne soient pas susceptibles d'être mis en pratique.

On trouvera à l'article Chauffage ce qui est relatif à la disposition des appareils et à la quantité de combustible nécessaire ; et au mot Ventilation divers détails sur cette partie de la question qui a trait au renouvellement de l'air.

H. Gaultier de Claubry.

HABITATIONS. (*Construction.*) La nature des *habitations*, leur importance, le mode de leur construction et leur système de distribution dépendent nécessairement : 1° de la nature même du pays dans lequel elles sont établies, ainsi que du climat et de la température qui y règne ordinairement; 2° des matériaux dont on y peut disposer plus ou moins généralement, et à plus ou moins grands frais ; 3° et enfin du genre de vie, et du plus ou moins d'aisance des habitants mêmes, etc.

Il serait superflu de parler ici des habitations, en quelque sorte souterraines, qu'on trouve dans quelques parties de la France ou d'autres pays qui présentent des montagnes plus ou moins élevées, et composées d'une pierre ou d'un tuf compacte et suffisamment résistant.

Soit qu'elles existent naturellement, soit qu'elles aient été creusées de main d'homme, ce ne sont pas là des *onstructions ;* et nous n'aurions à les signaler que comme ne pouvant offrir, la plupart du temps, des conditions de salubrité et de solidité suffisantes, et comme devant en ce cas être proscrites autant que possible par l'autorité.

Ne nous occupant donc que des habitations construites avec quelque soin, nous dirons qu'elles doivent être en général au moins suffisamment *saines*, *solides*, *commodes et agréables*, et nous examinerons succinctement comment elles peuvent réunir ces conditions *indispensables*.

Salubrité. Pour qu'une habitation soit suffisamment *saine*, il faut : 1° qu'elle soit convenablement garantie, d'abord de la transmission de l'humidité plus ou moins grande qui réside presque toujours dans le sol, ensuite des variations ou de l'excès, soit en chaud, soit en froid, de la température extérieure ; et enfin des intempéries telles que la pluie, la neige, le vent, etc. ; 2° et qu'elle soit pourvue des moyens nécessaires de Chauffage, ainsi que de Ventilation ou renouvellement d'air.

Quant aux précautions à prendre contre l'humidité du sol, si cette humidité est peu considérable il pourra suffire de tenir le sol intérieur plus élevé d'une ou de plusieurs marches au-dessus du sol extérieur. Si elle a au contraire une certaine intensité, il deviendra utile, en tenant d'autant plus à cet exhaussement, de recouvrir le sol intérieur dans toute la surface de l'habitation, par exemple au moyen d'un massif continu en bonne *maçonnerie hydraulique*, en *beton*, etc. Une voûte qui isolera le terrain du sol même des pièces, et sous laquelle l'air circulera, sera sans doute d'un grand avantage, et il en serait de même d'un plancher en *bois*, qui procurera toujours en outre un sol bien plus sain, moins froid en hiver, etc. Il sera important aussi, dans bien des cas, de

prendre les précautions nécessaires pour que la transmission de l'humidité n'ait pas lieu par les fondations même. Nous indiquerons au mot Mur quelles doivent être ces précautions.

Nous ajouterons ici que la *Société d'encouragement* pour l'industrie nationale, convaincue de la gravité des inconvénients de l'humidité pour les habitations, a proposé divers prix pour l'indication de *moyens de la prévenir ou de la faire cesser.* (Voir les *programmes* publiés à cet effet.)

L'intérieur de l'habitation sera garanti des variations de la température en donnant aux Murs extérieurs une épaisseur suffisante, et en les formant de Matériaux qui soient aussi peu que possible *conducteurs du calorique*. On pourrait aussi obtenir ce résultat au moyen de *murs creux* ou de doubles *cloisons*, entre lesquelles serait confinée une couche d'air plus ou moins considérable; mais il serait difficile qu'il n'en résultât pas aussi, ou diminution de solidité, ou augmentation de dépense et plus grand emploi de terrain.

Les préservatifs contre les pluies, la neige, le vent, etc., se trouveront dans l'emploi d'un bon système de Toiture, et dans le bon établissement des fermetures des *portes* et des *croisées*.

Solidité. Tous les détails dans lesquels nous pourrions entrer ici à ce sujet formeraient nécessairement double emploi des principes de *construction* auxquels sont consacrés un certain nombre d'articles de ce dictionnaire. Nous y renverrons donc, ainsi qu'au mot Solidité, à propos duquel nous essayerons peut être de poser quelques principes généraux et de prémunir contre les inconvénients divers qu'il y aurait, soit à ne pas satisfaire à ce point important, soit à outre-passer à ce sujet de justes limites.

Commodité et agrément. Nous réunissons ici ces deux conditions, qui se tiennent en effet l'une l'autre, mais nous entrerons dans peu de détails à leur sujet, qui serait en effet plutôt du domaine de l'*art* que de celui de l'*industrie*, à laquelle cet ouvrage est spécialement consacré. Nous nous bornerons donc aux préceptes généraux qui suivent.

La commodité résultera de ce que les différentes pièces né-

cessaires à l'habitation et à ses dépendances seront d'abord en nombre suffisant et de dimensions suffisantes, et de plus convenablement disposées tant l'une par rapport à l'autre, que chacune en elle-même et quant à ses différentes parties.

Ainsi, sans nous arrêter à la pièce unique dans laquelle souvent un malheureux ouvrier, quelquefois même une famille plus ou moins nombreuse, travaille, fait la cuisine, mange et couche, nous ferons néanmoins observer qu'une disposition convenable des différentes parties de cette pièce peut atténuer les inconvénients qui résultent inévitablement d'une telle réunion de personnes et de fonctions différentes.

Pour être suffisamment commode, l'habitation la plus modeste, un simple *logement* enfin, doit se composer autant que possible : 1° d'une pièce d'entrée destinée tant à garantir les autres pièces du bruit et de la température extérieure, qu'à recevoir et faire attendre au besoin l'étranger qui se présente, etc.; 2° d'une pièce destinée principalement aux repas; 3° d'une autre pour les préparer, et, s'il est possible, de quelques dépendances pour les autres opérations de ménage; 4° d'une ou plusieurs pièces à coucher, suivant la composition de la famille; 5° s'il en est besoin, d'une ou de plusieurs pièces de travail en raison de la profession ou des différentes professions qui devront y être exercées; 6° et enfin, si un certain degré d'aisance le permet, d'une pièce destinée à la réunion de la famille et des personnes qu'elle peut avoir à recevoir.

Pour une habitation d'un ordre plus élevé, pour un *appartement* en un mot, chacune de ces pièces deviendra plus indispensable et plus importante, et elles prendront les noms distinctifs de *vestibule* ou *antichambre*, *salle à manger*, *cuisine*, *office*, *lavoir*, *buanderie*, *etc.*; *chambre à coucher*, ALCOVE, *cabinet de toilette*, *garde-robe*, *etc.*; *cabinet* ou *atelier de travail*, *salon de compagnie*, *etc.*

Le placement convenable des *portes*, *croisées* et autres parties de détail de chacune des pièces en complétera la *commodité*, et en constituera en même temps l'*agrément*, qui pourra être augmenté tant par l'aspect bien ménagé de l'extérieur, que par le plus ou moins de bon goût, de recherche, et même, s'il y

a lieu, de richesse, qu'on aura apporté à l'exécution des *boiseries*, des Peintures, des Tentures, et des autres moyens de *décoration*.

Enfin, diverses dépendances sont plus ou moins nécessaires suivant l'importance de l'habitation, telles que Latrines, Caves, *bûchers*, *écuries*, *remises*, *cours de service*, Jardins d'utilité ou d'agrément, etc.

L'économie, le défaut d'emplacement, et surtout le désir d'avoir de plain-pied les différentes ou au moins les principales parties d'une même habitation, font que souvent, et principalement dans les grandes villes, plusieurs *logements*, plusieurs *appartements*, même quelquefois d'une grande importance, sont réunis dans une seule Maison. Ce rapprochement peut sans doute ne nuire en rien à la *commodité* et à l'*agrément* intérieurs de chaque habitation en particulier; mais il est bon alors de s'attacher à diminuer autant que possible les inconvénients qui pourraient résulter de l'usage en commun de quelques parties, tels que les Escaliers, *cours*, etc.

Les habitations séparées et formant chacune une maison entièrement distincte, dans le genre de celles qu'affectionnent particulièrement les Anglais, les Belges, etc., sont exemptes de ces inconvénients; mais ordinairement, afin de réduire l'étendue de l'emplacement et l'importance de la dépense, les différentes parties de l'habitation se trouvent placées à des étages différents, ce qui devient quelquefois gênant. Il est possible toutefois de diminuer les inconvénients de cette disposition, en faisant des diverses pièces qui composent l'habitation une répartition judicieuse et raisonnée d'après les usages et les convenances des personnes auxquelles elles sont destinées.

Gourlier.

HACHE. (*Technologie*.) Ce mot s'emploie pour désigner plusieurs instruments de nature très différente. En thèse générale, une hache est un tranchant placé en retour d'équerre au bout d'un manche, et servant à couper vivement, au moyen de la force qui lui est imprimée par l'élan. Les haches sont les seuls outils de ce genre; la bisaiguë reçoit bien de son poids et de l'impulsion qu'on lui donne une espèce d'élan; mais, comme elle est toujours guidée par la main, cette impulsion et cet élan ne

sont pas les mêmes que ceux de la hache, qui est souvent lancée à pleine volée. Le merlin, la piémontaise, se lancent également, mais ne sont pas, comme les haches, destinées à couper le bois avec une certaine régularité, suivant une ligne donnée. D'après cette définition, la doloire, l'asse, l'assette, le hachereau ou hachon, etc., sont des haches n'ayant assurément aucune ressemblance avec la hache du charpentier ou celle du bûcheron, qu'on nomme *coignée*, mais ayant cependant avec ces outils une analogie remarquable. La serpe, le croissant, ne sont point des haches, encore bien qu'ils reçoivent un élan, et que leur pesanteur serve, au moyen de l'élan, à les faire couper, parce qu'ils ne sont pas emmanchés en retour d'équerre, mais bien suivant la ligne d'axe du manche.

Les haches sont *fermoir* ou *ciseau* (Voy. ces mots); les grosses haches destinées à débiter, à débillarder, sont fermoir; celles destinées au dressage sont ciseau; la position de la mise d'acier, lors du forgeage, dépend de cette destination finale. Pour qu'une hache rende un bon service, il ne faut pas que le taillandier ménage l'acier; il doit au contraire le mettre assez épais, et en voici la raison : il semblerait au premier aperçu qu'il suffirait que l'acier se trouvât sur la ligne du tranchant, comme dans les autres outils du même genre : il n'en est pas ainsi pour les haches, surtout pour celles à débiter les bois verts, les haches de bûcherons, par exemple; on ne peut pas graisser ces outils autant qu'il serait utile de le faire, et alors la sève se répandant sur la partie fer, y produit un commencement d'oxidation, une crasse, qui empêche l'outil de couler; il faut prêter une attention rigoureuse à ce fait, qui est très important pour l'ouvrier. Lorsque, au contraire, la hache a beaucoup d'acier, elle devient luisante et polie des deux côtés du tranchant, et il n'est point nécessaire de la graisser aussi souvent; les parties en fer se trouvant très éloignées de la ligne du taillant, le coup a produit tout son effet avant que les parties non glissantes ou encrassées viennent à se trouver en contact avec le bois, et alors l'ouvrier fait avec moins de peine beaucoup plus de besogne. Comme la hache-fermoir est lancée à toute volée, qu'elle enlève un copeau ondulé, chaque fois détaché de la pièce, c'est un outil dangereux, et qu'on ne doit manier que lorsqu'on en a

bien l'habitude : les jambes des charpentiers en reçoivent souvent les profondes atteintes. Le même danger n'existe pas relativement aux haches-ciseau servant à dresser ; il n'est pas nécessaire non plus que la mise d'acier soit aussi abondante, puisque c'est toujours la table d'acier qui, dans toute sa longueur, se trouve en contact avec le bois, le revers du biseau ne frotte que contre le bois déjà à demi détaché de la pièce.

Les quincailliers ne vendent pas toujours les haches tout emmanchées, et d'ailleurs il n'est pas prudent de se servir d'une hache qui n'a pas été emmanchée par un ouvrier qui a intérêt à ce qu'elle le soit solidement ; au bout de quelque temps, elle peut se séparer du manche, et comme on la lance toujours avec force, qu'elle est pesante et tranchante, elle peut alors causer de grands malheurs, dont on n'a malheureusement que trop d'exemples. Nous devons donc entrer dans quelques détails sur le moyen d'emmancher cet outil de telle sorte que les accidents ne soient plus à redouter ; ce moyen se rapportant d'ailleurs à beaucoup d'autres emplois, pour les marteaux, les pioches, les merlins, les coûtres, les outils de jardinage et d'agriculture, etc., sera toujours utile à connaître.

Lorsqu'on est pour mettre un manche, il faut d'abord choisir un morceau de frêne bien de fil, que l'on dresse mi-plat, soit à la plane, soit au rabot. On examine ensuite l'œil ou la douille de l'outil à emmancher ; s'il y a, comme cela a souvent lieu, deux évasements, un à chaque orifice, il n'y a pas de choix à faire ; s'il n'y a qu'un évasement, on fera en sorte qu'il soit tourné par devant ; si l'évasement était, au contraire, tourné du côté de l'ouvrier, l'outil serait défectueux, et on n'aurait pas dû en faire l'acquisition, car tôt ou tard il devra causer des accidents. On fait au bout du manche une espèce de tenon avec épaulement ; on fait entrer ce tenon dans la douille, puis, lorsqu'il est entré à force, on fend le bois à l'endroit du tenon, par le milieu, à l'aide d'un coin en fer ou par tout autre moyen, et on insère dans cette fente un coin allongé et aigu, en bois dur, qui fait plier et écarter les deux parties du tenon, et leur fait prendre la forme de l'évasement. Par ce moyen, l'emmanchement est assuré ; on arrase ensuite à 2 ou 3 millimètres près,

et on rive cette petite saillie, en refoulant le bois avec un marteau.

Les haches à dresser, les doloirs, et autres de ce genre, exigent une autre précaution : il ne faut pas que le manche soit en ligne directe suivant la place de la planche de l'outil; mais il faut qu'il dérive à droite d'un angle suffisant pour qu'au bout de ce manche il se trouve en dehors de la ligne droite un espace suffisant pour que la main qui tient ce manche ne soit point froissée par le bois qu'on dresse. On fait cette courbure soit au moyen du feu, soit en délardant le morceau. La courbure par le feu est préférable.

Une hache à débiter ne doit point être affûtée droit, mais bien suivant une courbe dont la flèche sera plus ou moins longue, selon qu'elle débite plus ou moins; plus la flèche est longue, plus l'outil débite, mais aussi moins il va régulièrement; c'est ce qui fait que pour les doloirs et les haches à dresser cette courbe doit être beaucoup moins sentie.

L'acier employé à la fabrication des haches doit être neuf et de bonne qualité; c'est ce qui malheureusement n'a pas toujours lieu, aussi trouve-t-on peu de bonnes haches dans le commerce; la raison en est que la trempe pour cet outil doit toujours être revenue bleue, et qu'à ce degré, si l'acier n'a pas de corps, la hache est molle. Si, pour avoir de la dureté, on n'a fait revenir que couleur d'or ou gorge de pigeon, la hache s'ébrèche par éclats. En général, lors de la trempe, il peut se manifester sans inconvénient quelques criques au taillant, sans que pour cela l'outil soit défectueux et doive exciter la méfiance de l'acheteur; ces criques disparaissent après quelques repassages, et l'outil n'en est que meilleur. Mais si, dans les haches à dresser, les criques se prolongeaient assez avant le long de la planche, l'outil devrait être mis au rebut, parce qu'il sera *brèche* pendant tout le temps de sa durée.

La hache est un outil qu'il faut faire fabriquer de commande par un bon taillandier. Celles qu'on achète sont rarement bonnes, et si un hasard heureux en procure, on doit avoir soin de cette pièce, car on ne peut pas compter deux fois sur cette bonne fortune.

PAULIN DESORMEAUX.

HACHE-PAILLE. (*Agric.*) L'usage de cet instrument est assez désigné par son nom. On est dans l'usage, dans plusieurs contrées du Nord, de nourrir en grande partie les chevaux avec de la paille hachée, donnée ou seule, ou mêlée avec de l'avoine ou d'autres grains. Cette méthode s'est introduite chez nous, et pour couper la paille d'une manière égale et prompte, on a imaginé diverses sortes d'instruments ou machines qui remplissent plus ou moins bien cet objet. L'une de ces machines consiste en deux cylindres horizontaux, parallèles et très rapprochés, dont l'un, mû par une manivelle, fait tourner en sens contraire, par le frottement qu'il occasionne, l'autre cylindre, qui porte un grand nombre de lames d'acier circulaires, séparées par des rondelles de plomb. Le premier cylindre est de cuivre, et entaillé dans toute sa circonférence de manière que les lames tranchantes du second s'avancent dans les entailles de celui-là; il porte de plus sur sa surface plusieurs rangées de dents qui entrent dans les intervalles des lames d'acier, et qui accrochent les pailles pour les faire porter sur ces lames, et les faire couper par la révolution contraire des deux cylindres. On peut presser plus ou moins l'un contre l'autre ces cylindres au moyen de deux vis horizontales. Quatre autres vis verticales servent à serrer de même leurs axes dans les collets où ils tournent, pour éviter le jeu. Les bottes de paille se mettent dans une espèce de trémie de la même longueur, qui est placée au-dessus des deux cylindres, et le poids de ces bottes suffit pour les faire descendre à mesure que la paille est coupée et que les brins tombent dans une auge établie sous la machine. Le cylindre étant mis en mouvement, le mouvement qui en résulte fait tourner en sens contraire l'autre cylindre qui porte les lames, la machine entre en jeu, et hache la paille.

Tout le monde n'est pas d'accord sur l'avantage de hacher la paille avant de la donner aux bestiaux, la digestion devant être plus difficile et plus incomplète. La meilleure paille, sous le rapport de la nutrition, est celle qui sort des machines à battre le grain; la trituration qu'elle y subit, et l'assouplissement qui en résulte, étant plus favorables à la mastication que sa coupure ou sa hachure. SOULANGE BODIN.

HAIE. (*Agric.*) On est d'accord aujourd'hui sur ce point que clôture est nécessaire à bonne culture. Indépendamment du besoin de mettre les différents produits des champs à l'abri des dommages causés par les hommes et par les animaux, toute espèce de culture demande à être abritée, soit contre l'action directe du soleil, soit contre celle des grands vents encore plus desséchante. En grande culture, dans les pays ouverts, dans les bas fonds, les enclos en haies vives sont à la fois les meilleurs, les plus économiques, les plus durables et les plus utiles. Partout où cela est possible, les possesseurs de fonds doivent enclore leurs champs en haies vives.

On les compose d'arbres ou arbustes rustiques à racines pivotantes qui peuvent croître en haies serrées, souffrir des tontes annuelles, se maintenir garnis de branches et de rameaux du bas en haut, et vivre dans cet état de contrainte pendant un espace de temps suffisant pour dédommager des frais de plantation et d'entretien; dès lors, une haie d'aubépine bien soignée peut durer un siècle. C'est un des arbrisseaux qui s'accommodent le mieux, et en pareil cas, à plus d'espèces de terrains.

On forme une haie par voie de semis ou de plantation. La première est la meilleure et la plus durable; la seconde est la plus sûre et la plus prompte.

Semis. On défonce d'abord à 2 pieds de profondeur, sur 3 ou 4 de large, le terrain que l'on veut semer, aussi bien que celui que l'on veut planter. Lorsque la haie longe un chemin, il est souvent nécessaire, toujours utile, de l'en séparer par un fossé, sur la berge intérieure duquel on établit et on entretient, pendant les premières années, une haie sèche en palissades. Ensuite on répand les graines sur deux ou trois rangs, dans des rigoles éloignées entre elles de 8 à 10 pouces; on recouvre la graine de 1 pouce de terre, plus ou moins, suivant la nature du sol et l'espèce de la graine. Il ne faut semer que par un temps couvert et humide; au bout de l'année, on remplace les pieds manquants. Au bout de trois ans, on commence à forcer les branches qui poussent en avant à prendre une direction latérale qui tend à boucher les vides, et on pince, pendant la sève, les sommités des tiges qui s'élèveraient trop. A six ans, si la haie

a été bien conduite, elle est formée, et ne demande plus que les soins ordinaires, qui consistent principalement à la tondre, si c'est une simple haie de défense; à l'exploiter, si elle est destinée à produire du bois de chauffage. L'aménagement de cette sorte de haie varie suivant le parti qu'on en veut tirer. Tantôt on coupe seulement le sommet à une hauteur quelconque, tantôt on coupe un des rangs une année, et l'autre rang trois ans après; tantôt on coupe seulement les tiges les plus fortes, tantôt on coupe en terre la totalité de la haie.

Quand on veut former une haie par plantation, on se sert en général de plants de semis, et quelquefois de boutures. Les meilleurs plants sont ceux qui ont été élevés en pépinière; on ne leur retranche point le pivot, pour ne pas favoriser, dans les espèces employées, la disposition traçante qui rend quelquefois nuisible aux récoltes le voisinage des haies. Les plants arrachés dans les bois ne valent généralement rien; et le propriétaire instruit ne se laissera pas prendre au bon marché dans une œuvre de cette importance. On procède de diverses façons à la formation d'une haie plantée; tantôt on plante sans fossé; perpendiculairement ou obliquement sur la berge d'un fossé; des deux côtés ou au milieu d'un fossé; obliquement sur la pente ou sur les pentes d'un fossé. Avec le temps toutes ces méthodes se renferment dans la première. Sous ce climat, la plantation d'une haie se fait avantageusement depuis le commencement de décembre jusqu'à la fin de mars. La nature des arbres produit aussi quelque variation dans l'époque. On coupe le plant à deux pouces au-dessus du collet des racines, ce qui détermine le développement d'un plus grand nombre de branches. On met le plant dans des rigoles dont la profondeur est déterminée par la longueur des plants; cela vaut infiniment mieux que de faire des trous au plantoir. Chaque pied sera espacé de 3, 4, 5 ou 6 pouces, et même plus, suivant la nature des plants et du sol. Ces haies seront ensuite conduites et entretenues comme celles provenant de semis.

Une excellente manière de former une haie est celle-ci : à quatre ans, on la rabat à 6 pouces; elle donne des rejetons qu'on coupe l'année suivante à 6 pouces plus haut, et qu'on taille deux ou trois années de suite à la même hauteur, pen-

dant l'hiver ou entre les deux sèves ; ensuite on la coupe encore 6 pouces plus haut, et ainsi successivement de 6 pouces en 6 pouces, jusqu'à ce qu'elle soit parvenue à la hauteur désirée. Il résulte de ces tontes successives des étages de branches qui donnent à la haie une grande force. On fait aussi des haies croisées, dont les branches sont greffées entre elles par approche, et qui, quand elles ont été bien conduites, offrent de grands obstacles au passage des animaux. Le *gleditschia sinensis* m'a paru être particulièrement propre à être conduit de cette manière.

Quand on a fait les premiers croisements très bas, la haie offre une sorte de réseau ligneux qui se resserre chaque année par l'accroissement des plants, et devient impénétrable. Mais il faut surveiller son ouvrage, et ne pas laisser de lacune se former.

Il faut soigneusement empêcher les haies de simple défense de s'étendre latéralement, soit par le prolongement de leurs branches, soit par les sujets qui naissent de leur pied, ou des graines qui lèvent dans leur voisinage. A cet effet, on doit les faire tondre latéralement le plus ras possible. On extirpe à la pioche les rejets et les plants de semences.

La hauteur à donner aux haies est nécessairement variable. Celles destinées à servir d'abri et à fournir du bois de chauffage doivent être très élevées. On ne les taille qu'au moyen de la serpe, ou rez-terre, ou à une certaine hauteur. Les haies de simple défense ont de 2 à 5 pieds, et se taillent chaque année aux ciseaux ou au croissant.

On n'a guère coutume de faire des haies de simple défense qu'avec une seule espèce d'abrisseau, et c'est en général l'aubépine et le prunellier qu'on emploie.

Quand ces haies viennent à se dégarnir du bas, non seulement il est très difficile d'y remédier, mais encore on les voit se dégarnir annuellement de plus en plus. Cet inconvénient se présenterait moins souvent, ou ne serait pas aussi grave, si les haies étaient composées de plusieurs espèces d'arbres et d'arbustes qui pourraient se substituer les uns aux autres, suivant la loi de l'assolement. C'était l'opinion formelle de Bosc, qui a fait un travail sur la composition de ces haies rustiques, mais

aucune jusqu'ici n'a été exécutée ni par Bosc ni par d'autres.

Dans le nord et dans la partie centrale de la France, l'aubépine et le prunellier sont le plus fréquemment employés pour les haies rustiques. Le néflier l'est trop rarement, quoiqu'il soit le meilleur des bois indigènes, à raison de la ténacité et de l'entrelacement de ses branches, qu'on ne peut rompre, et de ce qu'il s'accommode des plus mauvais terrains. Le *paliurus*, qu'on emploie dans le Midi, est encore supérieur à l'aubépine. La viorne, entremêlée aux autres plants, contribue beaucoup à les rendre plus fournies. Entre lès arbres exotiques, le robinier et le triacanthos forment des haies solides, surtout le dernier, quand ces arbres sont bien conduits. On devrait faire du dernier un emploi beaucoup plus fréquent. Thouin l'estime autant que l'aubépine, et conseille d'employer l'épine à feuilles de poirier, arbre originaire aussi d'Amérique, à cause des épines longues, fortes et nombreuses dont il est armé; il se plaît en terrains meubles et substantiels, vit long-temps, et supporte bien la tonture.

On se procure d'excellents et puissants abris avec des thuyas plantés en lignes. Cet arbre rustique souffre impunément la mutilation dans ses branches, dans son sommet, dans ses racines, et l'on en peut former des palissades de la plus grande régularité. Le thuya d'Occident (d'Amérique) ne se prête pas moins à cette forme que le thuya d'Orient (de la Chine), et leur mélange alternatif produit des effets de verdure extrêmement agréables. On peut voir dans le jardin de Fromont quel parti on a tiré de ces palissades, développées sur la plus grande échelle, pour la culture des plantes de terre de bruyère et des plants américains.

On fait des haies de mûrier pour en obtenir des feuilles qui servent à la nourriture des vers à soie. C'est un des meilleurs modes de culture des mûriers à basse tige; mûriers qu'il n'est point nécessaire de greffer, et pour la plus grande quantité desquels il est seulement nécessaire de savoir choisir dans les pourrettes des sujets dont les feuilles soient larges, arrondies, sans sinuosités ni déchiquetures, se rapprochant par leur forme et consistance de celles du mûrier greffé. Si la haie, ou plutôt la bordure, est simple, si on n'en établit pas plusieurs parallèles,

on peut, dans les parcs qui avoisinent les habitations, multiplier ainsi les mûriers ; l'utile est joint à l'agréable, en ce que la verdure de ces haies étant douce plaît à l'œil, et en ce que l'on peut s'en servir pour établir des divisions et en border les allées sinueuses qui ordinairement abondent dans les jardins paysagers, sans encombrer les percés obligés et les points de vue qui en font le charme. Le seul inconvénient, c'est qu'après la cueillette des feuilles jusqu'à leur renaissance, ces haies sont dépouillées de leur agrément naturel ; mais l'esprit sera bien dédommagé de la privation de la vue par la considération du profit. Mais la manière la plus fructueuse et la plus sûre de cultiver le mûrier en haie est d'y consacrer une étendue de terrain quelconque, ainsi qu'on le fait pour la vigne. Je reviendrai sur cette culture au mot Murier. C'est principalement sous le rapport de la clôture, de la défense et de l'abri, que j'ai considéré les haies dans cet article ; et un établissement de mûriers cultivés en haies tel que je l'indique ici exigerait lui-même avant tout que le lieu qu'on lui destinerait fût clos et défendu par une bonne haie d'aubépine, ou bien de plants de mûrier greffés entre eux en losange ; et ce qu'on ferait à cet égard pour un clos de vigne, on le ferait pour un clos de mûriers.

Soulange Bodin.

HALAGE. (*Mécanique.*) C'est l'action de moteurs se mouvant sur le bord d'un canal ou d'une rivière, et imprimant à un bateau un mouvement de translation.

Le même effet s'obtient aussi au moyen de machines placées sur les bateaux, ou fixées au rivage. Dans le premier cas, l'action prend le nom de *touage*, et dans le second celui de *remorquage*. (Voyez ces mots.)

Le but du halage étant de vaincre la résistance que les bateaux éprouvent à se mouvoir, nous nous occuperons d'abord de cette résistance.

Il résulte de savantes expériences faites, en 1775, à l'École militaire, par MM. d'Alembert, Condorcet et Bossut, que la résistance des corps plongés dans l'eau est proportionnelle à leur section, et au carré de la vitesse de choc.

Ces lois permettraient d'estimer la résistance d'un bateau dont la section et la vitesse seraient déterminées, si l'on con-

naissait *la vitesse de choc* relative à ces données; en effet, il suffirait alors de faire le carré de cette vitesse, et de le multiplier par la section. Il est donc important de connaître la vitesse de choc.

On peut considérer deux vitesses dans un bateau qui se meut, l'une *absolue* prise par rapport au rivage, l'autre *relative* prise par rapport au courant, et qui est la vitesse de choc. La première s'estime en prenant l'espace parcouru dans l'unité de temps; la seconde se compose des vitesses absolues de l'eau et du bateau, et sa valeur est exprimée par la somme ou la différence de ces deux vitesses, suivant qu'elles ont lieu dans des sens opposés ou dans un même sens; en sorte que l'expression générale de la vitesse de choc est : $V \pm C$, en désignant par V la vitesse absolue du bateau, et par C celle du courant.

Effectuant maintenant ce que nous avons énoncé plus haut, l'expression de la force de résistance sera $F = b^2(V \pm C)^2$, en désignant par b^2 la section du bateau que l'on peut toujours ramener à un carré dont b serait le côté. F représentera la force que le moteur doit dépenser, et si l'on multiplie cette force par V, c'est-à-dire si l'on suppose que le moteur marche avec la vitesse V, il faudra multiplier aussi le second membre de l'équation par V; car le moteur et le bateau étant invariablement liés, comme nous le verrons plus tard, celui-ci se mouvra avec la même vitesse, et l'équation deviendra $FV = b^2 (V \pm C)^2 V$.

Cette valeur n'est pas exacte, parce qu'elle ne tient pas compte de la forme du bateau, qui pourtant exerce une grande influence sur la résistance, comme l'ont prouvé les expériences de la Société d'architecture navale de Londres. Voici quelques résultats que nous empruntons à l'excellent ouvrage de MM. Tourasse et Mellet sur les bateaux à vapeur.

Bateau à parois verticales.	Proue et poupe carrées,	55, 81
	Proue carrée et poupe aiguë,	49, 51
	Proue aiguë et poupe carrée,	25, 36
	Proue et poupe aiguës,	18, 62
	Modèles très courts avec les extrémités plus ou moins inclinées,	de 21, 12 à 11, 37

Ces valeurs relatives à un mètre carré de section sont exprimées en kilogrammes, et ont été prises pour une vitesse d'un mètre par seconde. Les bateaux à double courbure auraient donné des valeurs beaucoup plus faibles; car il en est dont la résistance, sous les mêmes conditions, n'est pas plus de 8 k. On voit combien la forme des bateaux peut influer sur leur résistance, et combien il est important d'introduire, dans la formule, les coefficients qui en résultent. Si nous désignons par r les valeurs du tableau précédent, que l'on devra toujours prendre relatives aux circonstances, la formule sera définitivement :

$$FV = rb^2(V \pm C)^2 V.$$

Cette expression servira à déterminer la résistance d'un bateau à parois verticales dans des circonstances quelconques, pourvu que l'on donne à r, b, V et C, les valeurs qui leur correspondent. Ainsi l'on trouvera que la résistance d'un bateau amarré au rivage et placé dans un courant, est: $F = rb^2C^2$, puisque dans ce cas la vitesse V du bateau est nulle. On trouverait encore dans le cas d'une eau tranquille, pour cette résistance, $F = rb^2V^2$; car dans ce cas C, qui dans la formule générale exprime la vitesse du courant, doit être égal à zéro. Dans toutes ces circonstances, la loi que nous avons énoncée se manifeste, c'est-à-dire que la résistance est toujours proportionnelle à la section b^2 et au carré de la vitesse de choc $(V \pm C)$. On doit conclure de cela qu'il faut réduire le plus possible la section et la vitesse des bateaux, en observant que, puisque leur longueur n'entre pas dans la formule, on pourra l'augmenter beaucoup sans qu'il en résulte aucun accroissement de résistance.

Les formules que nous venons d'établir, et les conséquences que nous en avons déduites sont rigoureusement vraies pour les bateaux à parois verticales, se mouvant dans une eau indéfinie; mais elles subissent d'importantes modifications quand elles s'appliquent aux bateaux à double courbure, ou quand le mouvement a lieu dans une eau dont les limites sont peu étendues.

Les modifications que nous allons indiquer, dues à la double courbure des bateaux, sont basées sur les récentes expériences que M. Mac-Neil a faites en Angleterre, et qu'on peut résumer

ainsi : « La loi du carré de la vitesse est exacte, lorsque la section d'immersion reste la même; mais elle cesse de se vérifier à de grandes vitesses, parce qu'alors le bateau, ne pouvant diviser le fluide assez rapidement *s'élève au-dessus de l'eau*, en s'inclinant de la proue vers la poupe, et présente ainsi une moins grande surface immergée. » Le phénomène dont nous avons à mesurer les effets consiste donc tout entier en ce que le bateau sort de l'eau à mesure que la vitesse de choc à laquelle il est soumis devient plus considérable; de sorte que, si nous pouvions estimer exactement la diminution de section due à cet effet, la résistance des bateaux à double courbure, si long-temps problématique, nous serait parfaitement connue. Or, la mécanique permet d'arriver à cette appréciation exacte, en se basant sur ce que l'effet observé par M. Mac-Neil est dû à une décomposition de la vitesse de choc sur la carène courbe du bateau. Mais comme les considérations auxquelles il faut avoir égard varient avec chaque bateau, nous nous bornerons à donner à r, dans notre formule, la valeur de 8 kilog., sans autre modification jusqu'à la vitesse de $3^m,50$ par seconde, et à y introduire, pour les vitesses comprises entre 3,50 et 5,50, le coefficient 0,66, trouvé par M. Mac-Neil.

Quant à l'influence que nous avons annoncée de l'étendue de l'eau sur la résistance des bateaux, elle est due à un phénomène qui a pour effet de changer la valeur $(V \pm C)$ de la vitesse de choc. Ce phénomène est d'une analyse facile et d'une appréciation exacte. En effet : supposons un bateau de section b^2, se mouvant avec la vitesse V dans un canal dont l'eau est en repos et dont la section est S. Il est clair que, sans rien changer à l'effet qui se produit, on pourra supposer que le bateau reste immobile, et que c'est l'eau qui se meut avec la vitesse V. Dans ce cas on verra facilement qu'au point du canal où se trouve le bateau, la section étant diminuée, la vitesse augmente, et cela dans le rapport inverse des sections comme l'indique la loi du mouvement des liquides; ainsi, pour exprimer cette nouvelle vitesse, on posera la proportion $V : V' :: S - b^2 : S$, d'où la vitesse autour du bateau $V' = \frac{VS}{S - b^2}$ La différence $V - \frac{VS'}{S - b^2}$ de la vitesse primitive à cette nouvelle vitesse, donnera l'ac-

croissement dû au phénomène que nous signalons, et l'expression de la résistance pratique d'un bateau dans un canal, sera : $FV = rb^2 \left(V \pm (V - \frac{VS'}{S - b^2})\right)^2 V$. Cette équation indique que la résistance d'un bateau à parois verticales, se mouvant dans un canal, est d'autant plus grande, que la section du canal est plus petite par rapport à celle du bateau.

Ce résultat s'applique aussi aux bateaux à double courbure, seulement nous devons faire observer que puisque le rétrécissement des canaux a pour effet d'augmenter la vitesse de choc, l'emploi des bateaux à double courbure offrira, dans les mêmes circonstances, d'autant plus d'avantage que ce rétrécissement sera plus considérable.

Lorsqu'un bateau remonte le courant d'une rivière, il se trouve placé dans une circonstance que nous devons signaler et qui consiste dans l'inclinaison de la surface de l'eau provenant de la vitesse du courant. Cette inclinaison, qui, dans les rivières navigables, varie de un à deux millièmes, doit faire considérer le bateau comme se mouvant sur un plan incliné, de telle sorte que la force qui le fait mouvoir pendant 1000 mètres, non seulement est obligée de vaincre la résistance de l'eau, mais encore d'élever le poids total du bateau à 1 ou 2 mètres au-dessus du point de départ. Il faudra donc ajouter à la résistance la force nécessaire pour produire ce travail, et qu'exprime le produit du poids du bateau par le rapport de l'inclinaison du courant. En pratique, cette force est sensiblement 0,10 de celle due aux autres résistances. On conçoit que cette même force, nuisible aux bateaux qui remontent le courant, aide de la même quantité ceux qui le descendent.

Maintenant, connaissant la force nécessaire au mouvement d'un bateau dans les différents cas, il nous reste à indiquer les moyens de la produire et de la transmettre.

D'après la définition que nous avons donnée du halage, il n'y a que deux genres de moteurs qui puissent y être appliqués : les moteurs animés et les machines locomotives. Les moteurs animés étant les plus économiques de tous ceux qui agissent par translation, sont aussi ceux dont l'usage est le plus général dans le halage. On a souvent essayé en Angleterre l'application

des machines locomotives; mais on n'a obtenu que de mauvais résultats, faciles à prévoir d'ailleurs, puisque l'emploi de ces machines entraîne l'établissement d'un chemin particulier, qui déjà, par lui-même, est une voie de communication.

Parmi les moteurs animés, ceux dont l'usage est le plus fréquent sont les hommes et les chevaux.

Les avantages économiques que l'on peut retirer de chacun de ces moteurs varient avec les circonstances pratiques dans lesquelles ils sont placés, quoiqu'on puisse dire d'une manière générale que les chevaux sont plus avantageux toutes les fois que la force à dépenser dépasse celle de trois hommes. Quand les chemins de halage sont bien établis, et que l'action peut être continuée, il y a avantage à employer les chevaux; si, au contraire, les chemins sont difficiles, et si l'action est interrompue par de fréquentes manœuvres, les hommes doivent être préférés. Ces considérations sont générales. Il en est de particulières à chaque cas, dont il est important de tenir compte pour déterminer le moteur le plus économique. Ces considérations ont rapport à la vitesse avec laquelle doit avoir lieu le transport, à la nature des marchandises à transporter et aux circonstances locales dans lesquelles on se trouve placé.

Dans le halage, les hommes exercent leur action au moyen de bretelles ou bricoles attachées à la corde générale de traction par une corde particulière à chacun d'eux. La longueur de ces cordes et leur point d'attache à la corde principale, sont tels que les hommes se trouvent disposés sur une même ligne parallèle au rivage; ce qui permet de réduire le chemin de halage à une simple section. Les chevaux agissent par des palonniers auxquels ils sont attelés deux à deux, l'attelage étant d'ailleurs disposé à la manière ordinaire.

La corde de traction qui transmet l'action des moteurs au bateau est fixée à une simple cheville ou à un mât.

Il résulte de ce que les moteurs marchent sur la rive, et de ce que le bateau suit, dans l'eau, une direction parallèle, que leur action ne lui est pas transmise dans le sens du mouvement. De là nécessairement décomposition de cette action. Or, on sait que la décomposition d'une force est d'autant plus grande que l'angle qu'elle fait avec la direction du mouvement est plus

grand; il faudra donc tâcher de diminuer cet angle, soit en rapprochant le bateau de la rive, ce qui n'est pas toujours possible, soit en prolongeant très loin la corde de traction, ce qui offre aussi des inconvénients. Cette inclinaison de la force qui agit, avec l'axe du mouvement, a toujours le même effet, qu'elle ait lieu dans le plan horizontal ou dans le plan vertical, ce qui fait que le moteur est dans une mauvaise condition quand il est obligé d'agir en marchant sur un lieu élevé. C'est pour cela que l'on tâche toujours d'établir les chemins de halage à la hauteur même des bateaux.

L'inclinaison inévitable avec laquelle la force se communique au bateau a pour effet de tendre incessamment à le rapprocher du rivage. Il faut donc dépenser une nouvelle force pour le maintenir dans la direction qu'il doit suivre. Cette force s'obtient, soit avec des perches au moyen desquelles des hommes placés dans le bateau agissent contre le fond de la rivière, soit par des rames ou des gouvernails. Dans ces derniers cas, le point du bateau auquel est fixée la corde sur laquelle agissent les moteurs, et que l'on désigne sous le nom de *point d'attache*, est d'une grande influence sur l'effet obtenu.

Les rames ou les gouvernails n'ont d'autre effet que de maintenir le bateau dans une inclinaison telle que la résistance qu'il éprouve de la part de l'eau dans son mouvement, donne lieu à une force opposée et égale à celle qui l'attirait vers le bord. Or, comme cette dernière force agit au point d'attache, tandis que l'autre agit en un point que déterminent la longueur du gouvernail, la forme du bateau, etc., et que ces deux forces doivent se détruire, il faudra que le point d'attache soit précisément celui auquel est appliquée la résultante de la pression de l'eau contre le bateau.

En pratique, le point d'attache est d'abord déterminé par l'habitude, et on dispose ensuite le gouvernail de manière à obtenir l'effet que nous avons indiqué; de sorte que si le point d'attache n'est pas bien choisi, ce qui arrive souvent, on dépense pour tirer le bateau beaucoup plus de force qu'il n'en eût fallu si on l'eût bien déterminé.

Le point d'attache que nous venons de considérer dans l'un de ses effets, est la question la plus importante du halage et de

l'art du marinier; mais elle comprend un si grand nombre de considérations pratiques, qu'il serait impossible d'en donner une théorie rigoureuse; toutefois nous la résumerons de manière à indiquer les conditions vers lesquelles l'application doit diriger tous ses efforts.

Pris absolument, le point d'attache devrait toujours se trouver au centre du solide que représente la partie du bateau plongée dans l'eau; mais comme il faudrait pour cela le prendre au-dessous du niveau, la question se réduira à le rapprocher le plus possible de ce point. Il est facile de voir qu'à mesure que le point d'attache est plus éloigné du centre du solide résistant, plus aussi la force à dépenser pour effectuer le halage devient considérable; en effet, on peut supposer dans l'espace une ligne qui joigne le point d'attache et le centre dont nous parlons; alors il devient sensible que les deux forces de traction et de résistance, appliquées en ces deux points, ne peuvent se faire équilibre sans le concours d'une troisième force, qui sera d'autant plus grande, que la distance du point d'attache au centre de résistance le sera davantage elle-même. Or, comme cette force n'est produite que par un mouvement du bateau, dont l'effet est d'augmenter le *tirant d'eau*, la résistance qui lui est proportionnelle sera donc augmentée.

La manière dont la charge est répartie sur les bateaux influe aussi beaucoup sur le choix du point d'attache; elle modifie même ce que nous venons de dire, ainsi il vaudrait mieux, dans le cas d'un bateau chargé sur l'arrière, tendre à le ramener horizontal par l'effet de la décomposition qu'on pourrait obtenir au point d'attache, que de le laisser dans la position inclinée que lui donne la charge, en attachant la corde de traction au centre de résistance. Cela tient à ce que, dans la position d'inclinaison en avant ou en arrière, le tirant d'eau ou le remout deviennent très considérables.

Le mouvement des bateaux comporte, comme on vient de le voir, tant de causes variables de résistance, qu'il est difficile d'exprimer le travail que peuvent produire dans le halage les hommes ou les chevaux. Il résulte pourtant de nombreuses observations qu'un homme halant un bateau sur un canal dont l'eau est

sans mouvement peut transporter en une journée de douze heures 38 tonnes à un myriamètre; et qu'un cheval de moyenne force transporte dans les mêmes circonstances 360 tonnes à une distance égale.

Cet effet absolu ne peut pas être exact. Voici quelques données relatives au fret sur les rivières et les canaux en France. C'est à l'obligeance de M. Auguste Perdonnet que nous devons ces renseignements, puisés par lui aux meilleures sources.

Sur un canal à grande section, où l'eau est abondante et où les écluses ne sont pas très multipliées, comme, par exemple, le canal de Mons à Condé, le roulage, avec retour à moitié charge, peut s'effectuer à raison de 1 cent. 1/2 par tonneau et par 1000 mètres; si l'on avait des retours à charge complète, peut-être ne coûterait-il que de 1 cent. à 1 cent. 1/4. Lorsque la concurrence est très grande sur le canal de Saint-Quentin, comme cela avait lieu en mai 1832, les frais de transport ne montent pas à plus de 2 cent., quoique l'on ait deux souterrains et plusieurs écluses à passer, que la navigation soit encore imparfaite, et que les bateaux reviennent presque toujours à vide. Sur le canal de Givors, où les bateaux ne portent que 100 tonneaux au plus, tandis que sur le canal de Saint-Quentin ils en portent ordinairement de 140 à 150, le nombre des écluses, sur une longueur de 17 kilomètres, étant de 28, le fret est d'environ 1,6 cent. avec retour à charge complète, et 2,4 cent. avec retour à moitié charge. Sur le canal de Languedoc, où l'on se sert de chevaux, malgré un grand nombre d'écluses, on ne l'évalue pas à plus de 1,7 à 2 cent. Sur le canal du Centre, dont les bateaux chargent de 60 à 80 tonneaux seulement, suivant la tenue d'eau, il est de 2,8 cent. Il peut s'élever à 3 cent. sur un canal étroit comme celui de Briare, et même beaucoup plus haut sur un canal quelconque, lorsqu'il n'y a pas de concurrence entre les bateliers. On n'a parlé que du transport des marchandises pesantes, comme le fer et le charbon de terre; il y a souvent une grande différence dans la dépense pour des marchandises précieuses ou encombrantes. Ainsi le transport de Bruxelles à Anvers par eau, en partie sur canal, en partie sur le Ruppel et l'Escaut, qui ne se paie, droit compris, que 80 c. pour la dis-

tance totale (48 kilomètres) par tonneau de marchandises pesantes, coûte 3 fr. 60 pour le café, le sucre, le thé; et 6 fr. pour les marchandises de grand volume, cotons, etc.

Le transport sur les rivières offre moins de résultats certains. On sait pourtant que de Rouen à Paris le fret est de 30 fr. par tonneau, et qu'à la descente, c'est-à-dire de Paris à Rouen, il n'est plus que de 15 fr., Sur la Saône, le fret par tonne et par kilomètre est de 12 cent.; enfin, sur le Rhône, il est de 18 à 20 cent. à la remonte, et de 4,5 à 5 cent. à la descente.

De l'emploi des moteurs animés dans le halage, résulte la nécessité de leur frayer des chemins; aussi, à cet effet, la loi oblige-t-elle *tout propriétaire des héritages aboutissant aux rivières, à laisser le long des bords* 7^{m},79 *du côté où les bateaux se tirent, et* 3^{m},24 *de l'autre côté.*

L'établissement des chemins de halage sur le bord des rivières présente souvent de nombreuses difficultés, et quelquefois est très coûteux. Cela tient tantôt à l'escarpement, tantôt au contraire à un trop grand évasement du lit, qui, permettant de fréquentes inondations, empêchent l'établissement de tout chemin. Ces difficultés ne se présentent pas en même temps sur les deux rives, de sorte que quand l'établissement du chemin devient trop difficile d'un côté, c'est sur l'autre qu'on l'établit. Il résulte de cela que le chemin de halage d'une rivière reste rarement sur une même rive, et que les bateaux sont obligés à de fréquentes manœuvres de traversée.

Les manœuvres à effectuer dans le halage des bateaux sur un canal sont simples et peu nombreuses. Elles n'ont d'importance qu'au passage des écluses, des ponts, ou à la rencontre de deux bateaux. Pour le passage des écluses, les moteurs continuent leur route, et ne s'arrêtent que lorsque le bateau est arrivé dans le sas de l'écluse. Il n'y a d'autre précaution à prendre qu'à diriger convenablement la corde. Pour le passage des ponts, les moteurs suivent une rampe, et quand ils sont arrivés au sommet, on détache la corde du bateau, qui continue à se mouvoir en vertu de son impulsion. Les moteurs vont attendre au-delà du pont que le bateau l'ait dépassé; alors on rattache la corde, et l'on continue la marche.

Le chemin de halage passe quelquefois sous l'arche du

pont, et alors on ne détèle pas le moteur; mais ce cas est rare. Enfin, à la rencontre de deux bateaux, l'un d'eux s'écarte du rivage, et laisse détendre sa corde, qui tombe au fond de l'eau, pendant que l'autre continue son chemin comme à l'ordinaire. On conçoit que cette manœuvre n'est nécessaire que quand le halage des deux bateaux a lieu sur la même rive.

Les manœuvres qui ont lieu sur les rivières sont plus compliquées et aussi plus fréquentes; cela tient à ce que, comme nous l'avons dit, la voie de halage ne peut rester toujours sur la même rive sans entraîner de nombreux inconvénients. C'est le changement de rive qui constitue la principale manœuvre sur les rivières; on l'effectue en mettant le moteur dans le bateau et traversant la rivière à l'aide de rames ou de perches. Cette traversée se fait quelquefois par des ponts, mais il s'en trouve rarement de disposés à propos.

Les autres manœuvres sur les rivières sont analogues à celles qu'on effectue sur les canaux.

L'art du halage, pris dans toute son étendue théorique et pratique, donnerait lieu à de longs développements dont l'importance de la navigation interieure, à laquelle il se rattache, garantit l'utilité; mais les bornes de cet article ne nous ont pas permis d'entrer dans de plus longs détails.

T. Guibal.

HALLES ET MARCHÉS. (*Administration.*) Les halles et marchés intéressent de la manière la plus directe l'approvisionnement des villes, la bonne qualité des comestibles; c'est l'un des objets qui doit fixer le plus sérieusement la sollicitude des gouvernements et des autorités locales, chargées par la loi des 16-24 août 1799 de la surveillance de ces établissements. Aussi il ne faut pas s'étonner de trouver, dès les premiers temps de la monarchie française, des règlements sur les halles et marchés et sur leur mode d'approvisionnement.

Pendant long-temps on ne connut que des marchés en plein air, hors de la ville, et il est curieux d'étudier la charte donnée par Dagobert, en 629, pour la fondation d'une foire dite *le Pas* ou *le Petit-Pont-Saint-Martin*, sur l'emplacement où s'élève aujourd'hui la foire Saint-Martin. Les marchands qui fréquentaient ce marché furent exempts d'impôts pendant trois ans; il

était enjoint aux officiers du fisc de n'y percevoir aucun des droits ordinairement imposés au commerce. Ces droits étaient : le *navigios*, ou droit de navigation sur la Seine ; le *portaticos*, perçu au débarquement ; le *pontaticos*, péage des ponts ; le *rivaticos*, payé pour la station des barques au rivage ; le *rotaticos*, ou des routes par terre ; le *vultaticos*, droit se rapportant, à ce qu'on croit, au placement des marchandises dans les caves voûtées ; le *temonaticos*, redevance perçue sur les marchands qui vendaient leurs marchandises sur la voiture même ; le *chespetaticos*, impôt destiné à dédommager les propriétaires dont les terres avaient souffert du passage des voitures ; le *pulveraticos*, droit dû pour les articles susceptibles d'être pulvérisés ; le *foraticos*, contribution spécialement affectée aux vins forains ; le *mestaticos*, droit de mélange du vin ; le *mutaticos*, droit de mouvement ; le *laudaticos*, impôt perçu pour le criage des marchandises et l'éloge que ne manquait pas d'en faire le vendeur ; le *saumaticos*, redevance perçue pour les marchandises portées par les bêtes de somme ou à dos d'homme ; le *salutaticos*, présent fait au comte en venant lui faire son salut ; enfin, le *passionaticos*, droit de transit acquitté par les marchands qui traversaient la cité.

L'importance des marchés fut toujours, et on le conçoit aisément, en raison de la population de la ville. Ils ne tardèrent donc pas à se multiplier, et successivement on vit s'établir ceux de la place de Grève, le marché Palu, où l'on vendait le blé, les herbes et les légumes ; les halles ; le marché des Innocents, etc. Charles VII s'occupa particulièrement de rappeler dans ces établissements les marchands qu'en avaient éloignés les événements politiques : « *Au temps passé*, dit ce prince » dans ses lettres-patentes du 8 mai 1408, *quand lesdites halles* » *ont esté habitées et fréquentées par les marchands, et que les* » *gens desdits mestiers y aloient et envoyoient leurs denrées et mar-* » *chandises, comme tenus y étoient et sont, ce feust sans compa-* » *raison l'une des plus belles choses de Paris à veoir, et qui n'est* » *pas à présent, dont moult nous déplait, et non sans cause*, etc. »

Malgré la sagesse des ordonnances que fit Charles VII pour rétablir l'ordre dans les marchés, et pour y rappeler les cultivateurs et les marchands, le système réglementaire admis sous ce prince

et sous ses successeurs ne produisit que de faibles résultats. D'ailleurs, il n'embrassait guère que les intérêts du moment; il se bornait à réprimer la cupidité des marchands, qui, surtout dans les temps difficiles, compromettait le service de l'approvisionnement, et était une source continuelle d'émeutes et de rixes populaires; mais ce qu'on négligeait particulièrement était la tenue des marchés sous le rapport de la propreté et de la qualité des comestibles mis en vente.

Rien n'était plus dégoûtant, plus insalubre; toutes les denrées se trouvaient entassées pêle-mêle dans des établissements petits, resserrés; quelques hangars mal construits étaient insuffisants pour mettre les marchandises à l'abri des intempéries des saisons; la poissonnerie répandait des odeurs infectes, et les rues adjacentes, étroites, tortueuses, constamment couvertes d'immondices de toute sorte, traversées par des ruisseaux d'eaux bourbeuses et sanguinolentes, encombrées par des charrettes et par les voitures que nécessitait le service des marchés, n'offraient qu'une circulation pénible et dangereuse.

Jusqu'au règne de François Ier, les halles n'éprouvèrent aucun changement notable. Ce prince entreprit de les faire reconstruire; mais elles ne furent achevées que sous Henri II. A cette époque, les foires de Saint-Germain et de Saint-Laurent étaient dans tout leur éclat.

Sous Louis XV, le nombre des marchés était considérable. Alors la population de Paris était immense, et l'approvisionnement constituait déjà un service important. La consommation de cette ville était, année commune, de 900 muids de sel, 12,800 muids de blé, 100,000 bœufs ou vaches, 120,000 veaux, 54,000 moutons, 32,400 cochons, 34,000 morues, 33,000 barils de harengs, 3,500 barils de saumon salé, 1,500 barils de maquereaux salés, 42,000 muids de charbon, 4 à 500,000 voies de bois, 3,300 muids d'avoine, 11,000 bottes de foin et de paille, etc., etc.

Dès cette époque, l'administration adopta, pour les halles et marchés, et pour l'approvisionnement général de la ville de Paris, un système d'ordre et de prévoyance qui tendait à assurer l'arrivage et la vente des denrées, et à maintenir chaque branche de commerce dans ses statuts et dans ses priviléges.

En 1791, la liberté illimitée du commerce fut proclamée; les statuts et les priviléges des différentes corporations furent détruits, et on passa brusquement d'un système restrictif à une émancipation absolue. Le désordre le plus complet s'introduisit dans toutes les parties des subsistances, et pendant plusieurs années, Paris éprouva une disette affreuse. Aussi, et ce n'est pas une des circonstances les moins remarquables de cette époque, le ministre de l'intérieur, *Bénézul*, se crut obligé, pour ramener la confiance sur les marchés de la capitale et pour remédier à la situation fâcheuse dans laquelle se trouvait le commerce d'approvisionnement, de faire revivre les anciens règlements, qui, proclamés de nouveau sous le consulat, en 1801, sont encore aujourd'hui en vigueur.

Depuis, le système d'amélioration adopté pour les halles et marchés n'a fait que se développer; la ville de Paris a dépensé plus de 20 millions pour ces établissements, qui ont servi de modèle à tous ceux qui ont été construits en France. Dans ce chiffre ne sont pas compris les abattoirs, les entrepôts des vins, des sels, des huiles, qui ont coûté plus de 30 millions.

Mais en même temps qu'on s'occupait de donner aux marchés un caractère monumental digne de la grande cité pour laquelle ils étaient construits, on leur appliquait une police sévère, tendant à protéger et à maintenir les arrivages, à prévenir les manœuvres ayant pour but de hausser ou d'abaisser le prix des denrées, à assurer la fidélité du débit, et la salubrité des comestibles exposés en vente; à maintenir enfin l'ordre et la propreté dans ces établissements (1).

Le nombre des halles et marchés existant aujourd'hui à Paris s'élève à environ 45. Ils se divisent en marchés d'approvisionnement et en marchés de détail. Les marchés d'approvisionnement sont affectés principalement à la vente en gros des denrées destinées à la consommation journalière des habitants de Paris.

Là se rendent les marchands de la ville qui achètent pour re-

(1) Voyez pour la collection complète des règlements concernant les halles et marchés de Paris le *Nouveau dictionnaire de police*, de MM. Elouin, Trébuchet et Labat.

vendre, soit dans leurs boutiques, soit dans les petits marchés; là vont aussi s'approvisionner les grands consommateurs; tels que les établissements publics, les pensionnats, les restaurateurs, et tous ceux qui trouvent économie à acheter plutôt de la première main que de la seconde.

Les marchés d'approvisionnement ne sont pas moins utiles aux producteurs et aux marchands forains, qui, toujours domiciliés au loin, s'y rendent habituellement aux époques déterminées par la nature des denrées qu'ils récoltent, qu'ils préparent ou recueillent dans les marchés hebdomadaires de leur pays ou des départements voisins. Ils opèrent avec d'autant plus de confiance, qu'ils sont toujours assurés de trouver dans les marchés en gros de la capitale le nombre et l'espèce d'acheteurs qui leur conviennent, c'est-à-dire qui peuvent acheter tout ou partie de leurs apports. Ces marchés leur offrent encore l'avantage de pouvoir apprécier en parfaite connaissance de cause les besoins de la consommation, et de régler leurs envois en conséquence.

Là, point de crédit; la vente est faite au comptant, le produit en est payé marché tenant. L'administration surveille toutes les opérations de manière à préserver le producteur et le consommateur des combinaisons de la mauvaise foi et du monopole.

Marchés en détail. — Les denrées achetées dans les marchés d'approvisionnement sont vendues dans les marchés dits de détail par petites quantités, suivant les besoins journaliers des habitants. Dans ces marchés, chaque marchand ne débite, assez ordinairement, qu'une seule espèce de marchandise; mais la réunion de toutes celles qui servent habituellement à la nourriture de la population est toujours en rapport avec les besoins du quartier dans lequel le marché est situé, et ces besoins sont si bien connus qu'ils ne sont en souffrance que lorsque les arrivages ont été suspendus ou entravés par l'intempérie des saisons.

Les marchés d'approvisionnement sont la halle au blé, le marché des Innocents et les halles du centre; le marché aux beurres, œufs et fromages: la halle à la marée, le marché aux huîtres; celui de la Vallée, le marché aux fourrages, la halle

aux cuirs, la halle aux draps et aux toiles, la halle aux veaux et le marché aux vaches grasses; il faut y ajouter les marchés de Sceaux et de Poissy.

Les marchés de détail sont les marchés du carreau des Innocents, de Saint-Martin, Saint-Germain, Saint-Honoré, des Carmes, des Blancs-Manteaux, Popincourt, des Patriarches, du port des Miramionnes.

Des facteurs nommés par le préfet de police sont établis sur les marchés d'approvisionnement pour recevoir les marchandises qui leur sont consignées, en opérer la vente, et en compter le prix aux approvisionneurs. Leur nombre est limité suivant les besoins du service, et ils fournissent un cautionnement pour rendre de leur part toute fraude impossible. Ils ne peuvent faire le commerce des marchandises dont la vente leur est attribuée.

Ces facteurs, en évitant aux approvisionneurs de s'occuper des détails de la vente, leur laissent ainsi tout le temps nécessaire de s'occuper de nouveaux approvisionnements, et favorisent les arrivages sur les marchés. L'institution des facteurs est fort ancienne; elle a rendu des services réels à l'approvisionnement de la capitale.

Le produit des ventes annuelles opérées dans les marchés de Paris est considérable, et peut être évalué à une somme d'environ 84,139,654 fr. pour les marchés d'approvisionnement, divisés ainsi qu'il suit, savoir : volaille et gibier, 6,660,530 fr.; beurre, 9,196,280 fr.; œufs, 3,958,786 fr.; marée, 3,584,826 fr.; huîtres, 731,539 fr.; poisson d'eau douce, 398,913 fr.; blé, 7,000,000 fr.; farine, 10,000,000 fr.; bœufs, 21,291,192 fr.; vaches, 3,032,200 fr.; veaux, 3,311,605 fr.; moutons, 6,513,732 fr.; porcs, 8,460,000 fr.

Les halles et marchés rapportent à l'administration un produit de 1,800,000 fr. Dans les marchés d'approvisionnement, la ville perçoit un droit de remise sur le prix de la marchandise vendue en gros ou à la criée par le ministère des facteurs dont nous venons de parler. Dans les marchés de détail, la ville perçoit un droit d'abri ou de location des places qui y sont établies; ce droit est classé par la loi de l'an VII parmi les ressources des communes. Dans les uns, les produits sont affermés;

dans d'autres, ils sont perçus directement par l'administration. La perception se fait sur plusieurs points par les soins et par les agents du préfet de police; sur un seul, le marché aux fourrages, par les soins du préfet de la Seine; plusieurs marchés sont la propriété de simples particuliers; d'autres sont régis par l'administration des hospices, qui perçoit les produits en atténuation des intérêts d'une dette de la ville envers elle.

Cette perception exige des soins et un contrôle particulier. En effet, il importe que le droit de remise sur la vente en gros dans les grands marchés ne soit pas détérioré par la fraude, qui consiste à détourner la denrée du marché pour la livrer au domicile du vendeur; fraude qui s'exerce plus particulièrement sur les denrées destinées à l'aisance, et qui rend alors le droit d'autant plus pesant pour les objets d'une consommation générale. Quant aux marchés de détail, il faut y faire respecter le droit de location, contesté par des particuliers, qui veulent élever et exploiter des marchés en concurrence avec la commune, en violation des droits qui lui sont concédés par les lois.

Si nous nous sommes autant étendu sur le service des halles et marchés de Paris, c'est que cette ville offre seule des études curieuses sur cette partie importante de l'économie politique. Dans la plupart de nos départements, on peut dire que les marchés sont encore dans l'enfance, et pour les constructions, et pour la police, et pour les modes d'approvisionnement. En France, comme à l'étranger, Paris seul est pris pour modèle; cela est d'autant plus naturel, que cette ville a pour ses marchés un système complet de règlements, et que, sous ce rapport, les autres communes n'ont rien qui soit réellement en harmonie avec les nécessités de l'époque et les besoins des populations.

AD. TRÉBUCHET.

HALLES ET MARCHÉS. (*Construction.*) Ainsi qu'il est dit avec raison à la fin de l'article précédent, Paris est à peu près la seule ville qui, non seulement en France, mais même dans presque tout le reste de l'Europe, puisse offrir des modèles de *Halles et Marchés*, tant sous le rapport de l'administration que sous celui des constructions.

Nous croyons donc utile d'entrer ici dans quelques détails, sous ce dernier rapport, sur les *marchés* nouvellement construits

dans cette capitale, lesquels, ainsi que ses ABATTOIRS, ont effectivement servi de modèles à la plupart de ceux en assez grand nombre qui ont été construits, depuis une vingtaine d'années, dans beaucoup d'autres villes.

Comme nous l'avons dit à propos des ABATTOIRS, ces derniers établissements formaient, avec les *Halles et Marchés*, le vaste ensemble d'édifices d'utilité publique dont Napoléon voulait doter la capitale, et c'est pour l'exécution de cet ensemble même que la *Direction des travaux publics de Paris* fut instituée en 1811.

Les divers marchés, anciens ou nouveaux, de la capitale étant énumérés dans l'article précédent, et ceux qui ont été récemment construits ayant entre eux de grandes ressemblances, nous nous bornerons ici à en faire connaître un de grandeur moyenne, comme rentrant davantage dans des proportions applicables à un plus grand nombre de localités : nous ferons choix à cet effet de celui dit des *Carmes* (1), situé sur la place Maubert.

Nous donnons ici les plans d'une moitié du marché même et de moitié des caves et fondations, et moitié d'une des élévations, ainsi que de la coupe transversale.

Les *fondations* et *caves* sont construites tant en pierre qu'en moellons ; et ces dernières sont distribuées, au moyen de cloisons, en *serres* d'à peu près deux mètres en carré, en partie grillagées, à l'usage des marchandes.

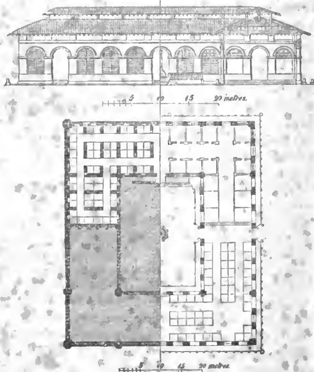
Le *marché* se compose, autour d'une cour centrale, de quatre nefs, dont les murs, entièrement construits en pierre, sont percés d'arcades, les unes formant portes, et les autres ouvertes seulement dans leur partie supérieure. Trois de ces nefs, destinées à la vente du poisson, des volailles, des légumes, etc., sont divisées par places d'environ deux mètres en carré, desservies par des chemins de même largeur. La quatrième nef, formant *boucherie*, est distribuée en boutiques d'à peu près quatre mètres en carré, formées par des parpins à hauteur d'appui, et entre lesquels règne un large passage.

(1) Ce nom vient de ce que ce marché a été bâti en partie sur l'emplacement du couvent de l'église des Carmes.

Au centre de la cour est un bassin au milieu duquel se trouve un Hermès à deux têtes supportant un panier de fruits.

Deux petits bâtiments accessoires que nous avons jugé inutile de représenter dans les figures ci-jointes, renferment, l'un les bureaux des préposés à la police et à l'administration du marché, et l'autre des *latrines publiques*, dépendance indispensable de tout établissement de ce genre.

Fig. 28.



Cette construction, exécutée vers 1813, a coûté environ 728,000 fr.

Il a été en outre employé à peu près 200,000 fr. à l'acquisition de diverses propriétés dont la démolition était nécessaire pour agrandir et isoler l'emplacement de ce marché.

Au besoin, on trouverait des détails plus circonstanciés sur ce

marché et sur plusieurs autres, tant dans le quatrième recueil des *Études de construction* de M. Bruyère (Paris, Bance, 1823), que dans le *Choix d'édifices publics* de MM. Biet, Gourlier, Grillon et Tardieu (Paris, Colas, 1825 et années suivantes).

GOURLIER.

HARAS. (*Agric.*) On doit entendre par *haras* la réunion d'un nombre de juments destinées à la reproduction. Par extension, on applique ce terme à la localité qui renferme ces animaux et qui les nourrit.

Il y a des établissements publics destinés à l'*élève* des chevaux ou à l'amélioration des races. Je n'entends point en parler ici.

Je ne veux parler que des haras formés par les particuliers qui veulent se livrer à l'élève des chevaux dans le but d'augmenter le revenu de leurs terres.

On peut réduire les haras des particuliers à trois sortes;

Les haras sauvages,

Les haras parqués,

Les haras domestiques ou privés.

Il n'y a point de haras sauvages en Europe.

Il y a beaucoup de haras parqués en Europe; il n'y en a point en France.

Il y a en France beaucoup de haras privés ou domestiques. Ils se lient aux besoins de l'exploitation rurale, et concourent à la prospérité de l'agriculture.

L'intérêt seul du cultivateur doit donc le décider à élever des chevaux. Il doit savoir d'abord si son exploitation lui permet de réussir, et ensuite si la réussite même lui sera profitable.

Partout où le cheval trouve une nourriture convenable, il peut vivre avec toutes les nourritures qui s'y rencontrent, et tous les jours on voit l'élève du cheval réussir dans des exploitations agricoles différentes les unes des autres. Certainement la localité exerce une influence sur les animaux, mais cette influence pourra être modifiée par les soins de l'homme au point de la rendre nulle. La localité n'a point fait les races actuelles, c'est la domesticité. La preuve la plus convaincante, c'est que l'on élève des races totalement différentes sur le même sol, dans les mêmes localités, dans les mêmes écuries : la race des

chevaux nobles anglais dans les marais du Lincoln aussi bien que sur les plateaux secs et calcaires du Norfolk. L'influence du climat sur les chevaux se corrige tellement elle-même par l'art humain, que l'on trouve aujourd'hui la race des chevaux anglais nobles sur plusieurs points du globe, et sous des climats opposés. La France leur est tout aussi hospitalière que tout autre état de l'Europe.

Dans toutes les fermes à labour on a besoin de fumier. Les animaux donnent le meilleur; il faut donc seulement savoir quels motifs on peut avoir, suivant les localités, de préférer l'élève des chevaux à l'engrais des bêtes à cornes et à laine. Dans les exploitations à prairies naturelles, l'élève des chevaux, dans certaines proportions, est généralement avantageuse, quand il s'y trouve ce qu'on appelle des *prés d'embouche*, c'est-à-dire des prairies toujours en pâture, servant à engraisser les animaux de boucherie. Dans de telles exploitations, le commerce des bœufs tient le premier rang; celui des chevaux, plus précieux, mais moins étendu, n'occupe que le second; mais on ne ferait pas une combinaison avantageuse si on ne joignait pas aux bœufs un nombre de chevaux pour manger les herbes qu'ils refusent. On sait qu'un herbage de cent bœufs ne peut être mangé à profit qu'en y joignant dix chevaux pour consommer le refus des cent bœufs; il résulte de cette donnée que, dans ce cas, l'élève des chevaux est plus qu'avantageuse, elle est nécessaire. La détérioration que la multiplicité de certaines plantes apportent aux pâturages est évidente; il y a des localités où des nourrisseurs habiles aiment mieux engraisser moins de bœufs, et élever un plus grand nombre de poulains. Mais tous les prés ne sont pas prés d'embouche, il en est qui sont employés seulement à recevoir les animaux pour leur donner de l'âge et de la taille; ils portent le nom de *prairies sèches*. Ces prairies conviennent en quelque façon encore mieux à l'élève des chevaux que les prés d'embouche, quand elles ne sont pas marécageuses. Ils y grandissent sans devenir massifs et pesants, sans s'*empâter*. On n'a pas autant de chances dans les exploitations où l'on est dans l'habitude de faucher les prairies naturelles. Dans de pareilles exploitations, comme dans celles où il n'y a que des prairies artificielles, les bêtes à laines, en y joi-

gnant quelques vaches laitières, sont préférables pour les fumiers dont les cultures ont besoin. Cependant il est de ces fermes où l'on élève encore des chevaux, en se tirant d'affaires comme on peut. Mais l'élève des chevaux est particulièrement avantageuse chez le cultivateur qui possède deux ou trois domaines à quelque distance l'un de l'autre, parce qu'alors, à certaines époques, il peut, au grand bien de leur santé, changer de place les poulains et même les poulinières, sans les faire revenir trop vite à leur premier poste. Certains cultivateurs se bornent à acheter des poulains pour les revendre quand ils sont propres à travailler. Ce sont des poulains alors, en place de bêtes à cornes, qui convertissent le fourrage en fumier et en un produit (le cheval) d'une vente plus avantageuse que le beurre lui-même. D'autres achètent les poulains à trois ans, les revendent à cinq, paient leur nourriture par leur travail et leur fumier, et ont encore souvent en bénéfice l'accroissement de valeur que l'âge donne à l'animal. Cette industrie n'est point embarrassante, et la réussite en est plus certaine. Ce sont des espèces de haras domestiques, qui sont assez lucratifs quand ils sont bien conduits. L'élève du cheval se divise ainsi en deux ou trois branches, qui, étant séparément exercées, doivent être mieux conduites. Des exploitations font naître les chevaux, d'autres exploitations les élèvent.

Mais quelle race le cultivateur doit-il choisir? Il faut d'abord qu'il sache ce qu'on entend par races, comment elles se forment et se combinent, et quelles sont les races françaises ou étrangères que l'on recherche le plus.

En économie rurale, on entend par *race* un groupe d'animaux distingués plus ou moins fortement de leur espèce par un assemblage de caractères développés sous des influences naturelles ou domestiques, qui se conservent tant que les mêmes influences agissent, mais qui peuvent se séparer et former d'autres combinaisons, quand elles n'agissent plus.

Ces caractères sont la taille, la couleur et la forme. Les causes qui les produisent sont, d'une part, l'influence artificielle des aliments, de la localité et de la domesticité sur les individus; et, de l'autre, la loi naturelle de ressemblance des descendants aux ascendants, qui tend à la perpétuité de ces carac-

tères, quand une fois ils ont été produits. On conçoit que leur transmission générative assure de plus en plus leur stabilité.

Les aliments influent par leur abondance, par leur rareté, par leur nature, par leur distribution. Dans les contrées où la nourriture est abondante, les races sont généralement grandes et étoffées. C'est ainsi qu'on trouve de grands chevaux dans la plupart des provinces de l'Angleterre et de l'Allemagne, dans le nord-ouest de la France, dans la Franche-Comté, dans la Suisse, partout où les pâturages sont nombreux et les animaux aussi agricolement nourris l'hiver que l'été. Au contraire, les races sont petites et médiocres dans les pays où la nourriture est peu abondante, ou toute l'année, ou dans une partie de l'année, soit par le fait de la nature, soit par la paresse ou l'imprévoyance de l'homme.

Les influences de la localité sont encore produites par le sol et par le climat; elles se lient et se confondent au point de paraître identiques. Elles consistent principalement dans l'humidité et dans la sécheresse. Sous l'influence de l'humidité, les animaux sont plus grands, plus volumineux, plus massifs, ils ont moins d'énergie, ils approchent davantage d'un tempérament lymphatique. L'abaissement de la température donne encore plus d'intensité à cette cause. Tels sont surtout les chevaux de la Flandre et de la Hollande. Dans les localités montueuses, les races acquièrent plus de souplesse, plus d'adresse, plus de légèreté, plus d'agrément dans les allures. En somme, les localités sèches, sous un climat tempéré, seront les plus convenables à l'élève des grandes races de chevaux nobles, quand on pourra distribuer une nourriture convenable aux animaux.

Qu'est-ce que la domesticité? C'est une localité encore plus restreinte que celle qui est déterminée par la circonscription d'une contrée, d'un canton. C'est la maison, *domus*, à la place du lieu *locus*. Ici l'animal n'est plus seulement soumis à l'action des phénomènes de la nature, il est soumis à la volonté de l'homme, qui reste le maître de modifier à son gré les autres influences naturelles. Nul doute donc que l'influence de la domesticité ne soit immense en elle-même, et, dans ses relations, supérieure à toutes les autres. C'est à elle que l'on doit les grandes races

de chevaux, qui n'existent point dans la nature. Ni l'abondance, ni la bonté des grands pâturages naturels, n'y font arriver. Ce n'est que dans les haras parqués que l'on commence à trouver des animaux de grande taille; mais c'est déjà là un produit de la domesticité. C'est dans les haras privés que l'influence de la domesticité se fait tout-à-fait sentir. C'est à elle que l'on doit surtout la formation et la multiplicité des races. La même localité renferme de belles et de mauvaises races; mais l'art peut créer de bonnes races dans des localités différentes; la volonté de l'homme peut engendrer de bonnes races partout.

Pour faire l'application de ces principes au choix de la race à introduire sur l'exploitation, il est indispensable de connaître quelles sont les races de chevaux actuelles, particulièrement celles que nous possédons en France, parce qu'elles sont le plus à otre portée. Or, tous les chevaux qu'on trouve en France peuvent être aujourd'hui divisés en quatre sections.

1° Chevaux chétifs, presque sans valeur, qu'on voit généralement chez les petits cultivateurs, et qui servent à tous les usages.

2° Chevaux propres au trait seulement, ou à aller presque toujours au pas.

3° Chevaux propres aux services qu'exigent les postes et les diligences.

4° Enfin, chevaux qu'on appelle de races nobles, dont les meilleurs individus sont propres à la selle et aux atelages, et les moins bons à la plupart des services que font les chevaux des races communes.

Les chevaux de la première section ne valent pas la peine de m'occuper ici plus que ne s'en occupent les petits cultivateurs, les vignerons, les charbonniers auxquels ils appartiennent, et qu'ils ne s'occupent eux-mêmes de chercher à rendre meilleurs.

La France possède trois races principales de chevaux de la deuxième section, propres au trait seulement; savoir : la race boulonnaise, la race franche comtoise, et la race poitevine : toutes trois sont bonnes, et l'étranger n'en a pas qui vaille mieux que la première. La race boulonnaise se rencontre dans toute la Picardie et la Haute-Normandie. Elle a 1 mètre 62

centimètres (5 pieds) de hauteur, et plus. La plupart des poulains sont faits dans les départements de la Somme, du Pas-de-Calais et du Nord, où se trouvent les juments poulinières. Les départements de la Seine-Inférieure, de l'Oise, de l'Aisne et de l'Eure possèdent aussi quelques juments poulinières, et élèvent des poulains, mais en petit nombre, relativement à ceux qu'ils reçoivent. Dans ces quatre derniers départements, les poulains sont employés d'abord à l'agriculture, ensuite une grande partie est achetée pour le service de la capitale et du roulage. La différence du régime auquel ils y sont soumis exerce sur eux une influence assez forte pour motiver la distinction établie entre eux de *chevaux picards* qui viennent des départements de l'Oise et de l'Aisne, et de *chevaux du pays de Caux*, qui viennent de la Seine-Inférieure. Les premiers, nourris principalement de foin et de fourrages artificiels, sont plus grands, plus longs et plus massifs; les seconds, qui reçoivent plus de grains (de l'avoine), sont sveltes, légers et dégagés. Les chevaux boulonnais ont un développement hâtif; à deux ans au plus, leur travail paie leur nourriture, et on les vend déjà de trois à quatre cents francs.

La race francomtoise est moins forte, moins étoffée, plus longue de corps, moins musculeuse, moins robuste que la race boulonnaise, cependant elle offre des bénéfices à élever, et les poulains sont également précoces.

La race poitevine est aussi une très forte race. Elle est moins connue, parce que les femelles servent presque exclusivement, dans le Poitou, à la création des mulets.

Entre les races françaises propres au service des postes et des diligences, se distingue éminemment et presque exclusivement la race bretonne et percheronne. par sa force et sa dureté à la fatigue; sa taille est de 1 mètre 48 à 55 centimètres, sa grosseur est moyenne. Tandis que le tempéramment lymphatique paraît dominer dans la race boulonnaise, surtout dans la variété picarde, le tempérament sanguin domine dans la race bretonne; aussi elle est plus svelte, plus ardente que l'autre. Cette race est réputée une des plus anciennes races françaises. C'est dans le Perche principalement, ainsi qu'en divers endroits de la Bretagne et de la Normandie, que les marchands vont acheter cette

espèce de chevaux à l'âge de cinq ans, pour les revendre aux maîtres de postes et aux entrepreneurs de diligences. L'élève de cette race est très avantageuse pour le cultivateur.

Les races dites de chevaux nobles, propres au carrosse et à la selle, si nombreuses autrefois, sont malheureusement loin de l'être aujourd'hui. Cette décadence est principalement due à la mode qui, s'attachant à une seule race, a fait rejeter toutes les autres. Cela a été poussé si loin, par rapport aux chevaux de carrosse, qu'il n'y a plus que la Normandie qui en possède une race particulière distincte; mais elle est une des plus belles. Elle a les formes arrondies et gracieuses, les parties du corps bien proportionnées, excepté la tête, qui est généralement trop forte; sa taille est de 1 mètre 50 à 60 centimètres, et la plupart des individus formeraient de beaux chevaux de grosse cavalerie. Cette race normande, la seule que nous possédions actuellement pour les chevaux de carrosse, a long-temps fourni la plus grande partie de chevaux de selle qui se consommaient en France. Elle se divisait alors en deux variétés, l'une plus forte, propre au carrosse, s'élevait plus particulièrement dans les gras pâturages du cotentin; l'autre, plus légère, plus rapide, moins grande, devait se trouver en plus grande masse dans les environs d'Alençon, et s'appelait *race de la plaine d'Alençon*, tandis que l'autre était désignée sous le nom de *race de la plaine de Caux :* il n'en est plus ainsi. C'est en vain qu'on chercherait dans le pays d'Alençon un type distingué de chevaux de selle; et quoique le Limousin, la Navarre, l'Auvergne et la Lorraine fournissent encore des chevaux de selle, ils sont généralement si petits et si lents à croître, que ce n'est malheureusement plus en France que l'on peut choisir le type d'une race de chevaux propres au service de la selle. Le cultivateur qui veut se former *un haras de chevaux de selle*, ne pouvant choisir aujourd'hui qu'entre les races boulonnaise, bretonne, poitevine et normande de Caux, sera donc obligé de prendre le type d'une race étrangère, *à moins qu'il ne se décidât à en créer une.*

Les pays étrangers fournissent une foule de races de chevaux soit de selle, soit de carrosse; mais la mode des grands chevaux de selle s'étant établie, les grandes races ont pu seules

être vendues un bon prix. Mais les grands chevaux ont rarement les qualités du cheval de selle. La race d'une taille élevée qui a été reconnue pour avoir le plus de ces qualités, ou, en d'autres termes, pour donner le plus de chevaux propres à la selle, est donc devenue la seule à la mode, et a dû acquérir un prix supérieur. La race anglaise jouit de tous les avantages relativement à la taille, et sur un nombre donné de produits, c'est réellement dans cette race que l'on trouve le plus de grands et bons chevaux de selle. La race anglaise a donc été préférée. Partout, en Europe, les riches possèdent et veulent des chevaux anglais, soit pour la selle, soit pour le carrosse, ils n'en veulent même plus d'autres pour la selle. Le cultivateur français qui veut élever soit des chevaux de selle, soit des chevaux de carrosse autres que ceux de la race normande, ne doit donc pas balancer ; c'est la race anglaise qu'il lui faut. Il est bien quelques autres races de chevaux dans le Mecklembourg et le Hanovre qui en approchent par les formes et par le mérite ; mais l'amélioration obtenue par un système d'élève du cheval bien entendu, et par le mélange du sang oriental et du sang anglais, n'est ni assez générale ni assez décidée pour que ces races entrent en concurrence avec la race anglaise, mais elles ne donnent pas moins une fort bonne race de chevaux d'attelage, que l'on désigne à Paris sous le nom de *chevaux du Nord*. Si, en parlant des races étrangères nobles, on ne voit pas figurer ici le cheval arabe au premier rang des races propres à la selle, c'est que cet article est exclusivement rédigé dans l'intérêt du cultivateur français, et que le cheval anglais convient beaucoup mieux à sa position et à ses vues que le cheval arabe ; et que d'ailleurs, dans l'état actuel des choses, le gouvernement lui-même ne peut se procurer que difficilement de bons et très grands étalons de cette race.

Une fois que le choix de la race est arrêté, deux moyens se présentent pour l'introduire sur l'exploitation, la méthode de *métissage*, peu coûteuse quand il y a déjà des juments sur la ferme, et la méthode de *progression*, qui commence par l'achat de juments et d'un étalon pur de la race choisie.

Le métissage ou croisement consiste à faire saillir par un étalon pur de la race qu'on désigne les juments qui sont sur

l'exploitation, à se servir successivement, de génération en génération, des femelles provenant des croisements annuels, opérés à l'aide de l'étalon pur, en écartant avec soin tous les produits mêlés de ces accouplements, les produits finissant par ressembler complétement à la race du père. Cette méthode est lente et demande plusieurs générations, mais elle est simple, facile à pratiquer, n'exige point de grandes mises de fonds pour l'achat d'un certain nombre de poulinières, mais il faut y mettre de la patience et de la suite. En persistant, on est sûr du moins d'obtenir le résultat qu'on avait prévu et cherché. Il est nécessaire aussi d'apporter la plus grande régularité dans les croisements; et l'incertitude où l'on reste toujours à cet égard quand on est obligé de recourir à des étalons du dehors, est un motif puissant d'avoir à soi un étalon dont il est facile de payer la nourriture par le travail. Dans tous les cas, il sera bon, tant qu'on le pourra, d'avoir recours à un étalon pur de la race du père. Du reste, il est sage au cultivateur de commencer sur une petite échelle.

La méthode par une race pure ou par progression consiste à introduire sur l'exploitation des femelles pures de la race qu'on veut avoir, et à ne les faire jamais couvrir que par un mâle également pur de cette race; que jamais n'y soit amené un étalon d'une race étrangère, ou qui semblerait même de la race, mais dont l'origine ne serait pas connue et avérée.

Le cultivateur qui est parvenu ainsi à avoir une bonne race ne doit pas se reposer entièrement, il faut qu'il prenne garde de la voir se détériorer, et pour cela il doit tendre à l'améliorer sans cesse. L'effort vers une amélioration indéfinie est la seule voie assurée de conservation.

Les principaux moyens d'améliorer les races consistent: 1° dans le choix des étalons et des juments; 2° dans leur appareillement; 3° et dans les soins de la domesticité, qui y contribuent ensuite pour beaucoup.

Dans le choix des étalons et des juments, il y a diverses choses à considérer. Les formes et les qualités qui caractérisent la race doivent se retrouver aussi parfaites que possible dans les individus; la vigueur soutenue dans l'exercice est une indication générale et importante du choix des étalons et des juments; il

ne suffit pas qu'ils soient les plus beaux, il faut tâcher qu'ils soient les meilleurs, sous le plus de rapports possibles. Le choix varie nécessairement quant à l'âge, relativement à la race et au genre de service. La règle générale est de n'employer à la reproduction que des animaux qui ont pris tout leur accroissement. Les étalons et les juments durent plus long-temps, et donnent des produits plus solides, lorsqu'ils ne sont employés que dans un âge fait. Ceci est conforme à la marche uniforme de la nature dans la conservation des êtres. Ce n'est qu'à l'âge adulte qu'il faut employer les mâles à la reproduction; et, quelle que soit leur race, il serait prudent de ne pas s'en servir avant six ans. Pour les juments de race noble, dont le développement est généralement plus long, il ne faudrait pas les faire saillir avant quatre ans; les juments des races communes peuvent l'être à trois. Il va sans dire que les animaux reproducteurs ne doivent offrir aucune atteinte dans leur santé, ni aucun défaut dans leur conformation; on ne doit jamais craindre que les extrémités et les articulations soient trop *larges*; cette largeur est toujours bonne, plus encore dans les chevaux de luxe que dans les autres, et c'est toujours parmi les animaux qui l'avaient que l'on a rencontré les meilleurs coureurs et les meilleurs chevaux de chasse; les animaux à extrémités grêles doivent par conséquent être rejetés. La conformation du sabot, l'état de la vue, méritent également d'être pris en grande considération. Un soin particulier à prendre à l'égard des juments, c'est de les avoir toutes, autant que possible, de la même taille et de formes semblables; le même étalon pourra ainsi les servir toutes, et l'appareillement en sera rendu plus facile.

Cet appareillement consiste dans l'assortiment du mâle avec la femelle pour l'accouplement. Les soins de cette opération doivent continuellement tendre *à corriger le défaut d'un individu par des qualités opposées dans l'autre*. On empêche ainsi certains défauts accidentels de devenir des caractères distinctifs de la race. L'appareillement n'est donc qu'un accouplement entre des individus de la même race. L'accouplement entre animaux de races différentes serait un métissage. Cette distinction est importante à saisir, si on ne veut pas tout confondre, et perdre les soins de ses œuvres dans un mélange continuel de toutes les

races. Cela ne veut pas dire toutefois qu'il ne faille prendre des étalons et des juments que dans les productions mêmes du haras; on peut fort bien choisir des étalons au dehors, dans un haras de la même race, on peut même y prendre quelques juments ; le point important, capital, est de choisir des animaux dans un haras bien sûr ; il faut aussi faire attention que dans les races de chevaux, les appareillements de mâles un peu plus petits que les femelles donnent des productions mieux faites et d'un ensemble plus agréable que des appareillements faits avec des mâles grands et des femelles petites. Si donc on veut avoir une grande et forte race, ce sera toujours en choisissant les femelles les plus grandes et les plus fortes qu'il faudra chercher à l'agrandir. Cette loi ne s'applique pas aux espèces ovines et bovines, où les mâles sont plus gros que les femelles.

Je passe actuellement à *l'économie du haras*, que je considèrerai non dans les rapports avec le reste de l'exploitation, mais dans les soins qui regardent les animaux eux-mêmes. L'accouplement dans les chevaux s'appelle *la monte* ou *la saillie*. Le temps de la monte est celui de la chaleur des juments ; dans notre climat, c'est au printemps. Le cheval n'a pas d'époques particulières de chaleur, il est prêt quand il rencontre une femelle bien disposée. Cet état chez la jument se connaît à divers signes qui dénotent son inquiétude et l'irritation de ses organes ; mais elle peut concevoir sans les manifester. La saillie a lieu de deux manières, en liberté ou à la main. La saillie à la main a plus particulièrement lieu dans le haras domestique ; on a coutume d'entraver la jument, on l'amène entre deux poteaux, et l'on amène l'étalon tenu par des longes ; ils doivent être déferrés, la jument des pieds de derrière, l'étalon des pieds de devant. Lorsque l'opération est faite, pour séparer les deux animaux, il faut faire avancer la jument, mais ne point faire reculer l'étalon, comme quelques uns font. On reconduit la jument au petit pas, et on l'y laisse dans l'état de la plus grande tranquillité.

Le peu de fécondité des saillies à la main a fait rechercher différents moyens pour faire *retenir* les juments. La plupart sont fondés sur l'erreur et l'empirisme. Dans quelques haras

allemands, on emploie une espèce de rotonde en bois, couverte et non couverte, ayant le bas des parois intérieures disposé comme celui d'un manége. Les deux animaux y sont à l'aise, mais pas assez pour y trotter. Quand la circonstance est favorable, on y place l'étalon et la jument, préalablement déferrés, et on les y laisse, en les observant par une lucarne, jusqu'à ce que la saillie ait été faite; ils ne conservent qu'un licol et une courte longe pour les reprendre facilement après l'acte.

Il faut, autant que possible, s'arranger de manière à ce que les poulains viennent avec la belle saison. Quand les jeunes poulains viennent trop tôt, on n'est pas toujours le maître de les empêcher de souffrir du froid et de l'humidité.

On demande souvent quel nombre de juments chaque étalon peut saillir, et quel nombre de fois il doit saillir chacune. Sur la première question, le nombre de saillies doit être subordonné à l'âge de l'étalon et à son aptitude, qui n'est certainement pas aussi prononcée chez les uns que chez les autres. Il faut étudier l'étalon pour voir s'il peut saillir deux fois par jour ou seulement une fois. Un signe qui annonce qu'il peut saillir deux fois par jour, est quand il opère la seconde saillie, celle du soir, aussi vite que celle du matin; si l'on s'aperçoit que cette saillie du soir influe sur celle du lendemain matin, on ne le fera alors saillir qu'une fois par jour. Ce doit être le cas le plus ordinaire quand on veut ménager le mâle. Il ne faut pas prendre l'ardeur de l'étalon pour une véritable aptitude. Cependant, si plusieurs juments bien en chaleur étaient amenées à l'étalon le même jour, on pourrait, sans inconvénient, les faire saillir par l'étalon actuel, au nombre de trois ou quatre, par exemple, en le laissant ensuite reposer un temps suffisant pour réparer ses pertes. Quant au nombre de fois que chaque jument peut être saillie, on est dans l'habitude, dans les haras privés, de faire couvrir chaque jument trois fois, à deux ou trois jours d'intervalle. L'étalon qui fait la monte peut certainement travailler, pourvu que le travail ne le fatigue pas. Ainsi celui qui saillit seulement tous les deux jours peut travailler assez fortement. Le travail modéré, qui n'est presque qu'un exercice, augmente même la vertu prolifique; il faut seulement que la

saillie ne se fasse qu'après le repas, et quand la digestion est terminée. Le matin est le meilleur moment, après le calme de la nuit.

Dans les premiers temps qui suivent la saillie, les signes de la plénitude sont très incertains, et les chaleurs persistent quelquefois un certain temps après la conception. Mais après six mois, le poulain se fait apercevoir par des mouvements marqués à l'extérieur, principalement au flanc droit. D'autres symptômes encore indiquent l'état de gestation. Dans les cas douteux, et quand on a besoin de s'assurer d'une manière positive de la présence du poulain, *on fouille la jument;* cette opération, qui n'est pas sans difficultés, doit être faite par un vétérinaire; elle est le plus souvent suivie de l'avortement. La gestation ou la plénitude ne doit pas moins empêcher de mettre les juments à un travail convenable; mais ce travail doit être modéré et continu, et ne doit pas les exposer à des efforts violents. Les juments propres à la selle ne doivent plus être galopées, et il faut même modérer la vitesse et la durée du trot à mesure que l'époque du part approche. La jument pleine qui travaille doit être bien plus soignée, bien mieux nourrie, que celle qui ne travaille point. Si on la nourrissait au vert, il faudrait proportionner son travail au peu d'énergie que donne cette nourriture. Quand le terme de la plénitude approche, tout travail doit cesser. Des promenades au pas, la liberté dans un petit enclos, sont des moyens d'exercice salutaires et suffisants. La gestation dure de onze à douze mois, et les juments qui sont en bon état redeviennent immédiatement en chaleur, en sorte qu'elles peuvent généralement porter un poulain par an. Mais la gestation annuelle, sans inconvénient dans les haras où les femelles sont *uniquement* employées à la reproduction, leur serait défavorable dans les haras privés où on les fait travailler; et il vaut mieux, dans ce cas, pour le propriétaire, ne les faire couvrir que de deux en deux ans. Mais si on a d'autres animaux pour faire le travail de la ferme, il vaut mieux employer toutes les juments à la reproduction en les faisant porter tous les ans, pourvu qu'on leur donne une bonne et saine nourriture; le pansement améliore aussi singulièrement la santé.

Des accidents auxquels la jument est exposée pendant la ges-

tation, il n'en est point de plus fâcheux que l'avortement; non seulement il fait perdre au nourrisseur le fruit de ses peines et de ses avances, et l'oblige presque toujours à laisser sa jument une année sans être couverte, mais il arrive qu'il se répète, et laisse ainsi les juments infécondes pour le reste de leur vie. Les causes extérieures en sont nombreuses et diverses, il est plus facile de les éviter que de les indiquer. Le cas est plus grave quand il dépend d'une cause intérieure, telle qu'une constitution particulière à la femelle, et surtout un tempérament mou et lymphatique. On doit rejeter de la reproduction une bête qu'on croirait avoir avorté par cette cause.

Quand la jument a porté ses poulains à terme, la mise bas est une opération naturelle, simple, et qui fait peu souffrir la mère. Toutes les femelles des animaux mettent bas seules et sans secours étrangers; elles ont rarement besoin d'aide, et il faut même se garder de leur en prodiguer à contre-temps. Il ne faut rien faire qui tende à précipiter l'accouchement, seulement quelques lavements d'eau tiède, pour vider le rectum et relâcher les organes. La jument pouline ordinairement debout, quelquefois couchée. Le poulain, retenu par les membranes qui l'enveloppaient, roule plutôt qu'il ne tombe, sans se faire aucun mal. L'opération ne dure que quelques minutes. Si le cordon ombilical ne s'est pas rompu naturellement, la jument le mâche et le rompt elle-même; sinon, on le coupe à quelques centimètres de l'ombilic, et on le lie à son extrémité.

Aussitôt que le poulain est né, la mère le lèche et le nettoie; il essaie bientôt de se mettre sur ses pieds, et cherche les mamelles; il faut l'aider dans ces deux cas. C'est un préjugé de ne pas laisser le poulain téter le premier lait. Il est destiné par sa nature à évacuer le méconium amassé dans les intestins du poulain. Celui-ci, quelques jours après sa naissance, peut suivre sa mère, soit qu'on la promène, soit qu'elle travaille; mais l'exercice qu'on lui laisse prendre doit être proportionné à sa faiblesse. La jument qui allaite doit être bien nourrie, afin que son lait soit abondant et de bonne qualité. La nourriture verte que donnent de bons pâturages non marécageux est ici préférable. Rien n'empêche cependant de nourrir au sec à l'écurie, pourvu que la jument se maintienne en bon état et

avec du lait en abondance. La bonne constitution du poulain dépendra en grande partie du bon lait qu'il recevra de sa mère. Tout poulain qui souffre pendant l'allaitement devient rarement un bon cheval. Cette raison est une de celles qui doivent engager le nourrisseur à faire faire la monte à une époque telle que la mise bas arrive au moment où la mère pourra trouver de la nourriture verte et en jouir le plus long-temps possible.

Lorsque le poulain est parvenu à l'âge de deux mois environ, il commence à manger. Si la mère n'est pas nourrie au vert, on doit lui donner un foin tendre, fin et délicat, dont le poulain s'amusera, se préparant ainsi peu à peu de lui-même au sevrage. Quand on fait travailler la mère déjà pleine, et qu'on lui laisse son petit long-temps, elle ne peut suffire à ces trois causes de déperdition. Les juments pleines et en même temps nourrices ne doivent donc pas travailler. Par la même raison, les poulains doivent être séparés de leurs mères quand celles-ci sont pleines, bien plus tôt que lorsqu'elles ne le sont pas. C'est ordinairement à l'âge de six mois qu'on sèvre les poulains. Les poulains qui ne sont point dans des pâturages tettent d'autant plus long-temps que la nourriture qu'on leur donne leur plaît moins ; il est même quelquefois nécessaire de les sevrer forcément. L'orge et l'avoine concassés, les carottes, et même un pain grossier, sont les aliments qu'il faut leur fournir. On leur donne pendant quelque temps de l'eau blanche à boire; le son est une mauvaise nourriture pour eux, il n'est bon qu'à leur faire de l'eau blanche, dont il faut avoir l'attention de l'ôter, avant de la leur donner à boire. Les poulains élevés à l'écurie ne doivent, par aucun motif, séjourner sur le fumier ; une mauvaise corne, déjà très préjudiciable aux chevaux de trait, rend de très bonne heure les chevaux de selle et de carrosse tout-à-fait impropres à leur service; il faut, au contraire, les tenir sur un terrain plutôt sec qu'humide.

Sans tourmenter le jeune poulain, il ne faut négliger aucune occasion de l'habituer à l'homme, immédiatement après le sevrage. On commence à l'attacher au râtelier, en y plaçant en même temps une nourriture dont il sera friand; il est plus tranquille si on le place auprès de sa mère. On lui met de bonne heure au cou un licol par lequel il s'habitue bien vite à se laisser

prendre. Ainsi assouplis à l'obéissance, les poulains cessent d'être farouches, se défendent moins et se dressent beaucoup plus vite et sans accidents. L'hiver qui suit le sevrage, les mâles et les femelles peuvent être encore laissés ensemble; mais au printemps suivant, lorsqu'ils ont leur première année révolue, il est nécessaire de les séparer; car déjà ils commencent à sentir leur sexe, et ils se fatigueraient au détriment de leur croissance. Il n'est pas extraordinaire de voir des pouliches mettre bas à l'âge de deux ans.

La nourriture verte des prairies est la meilleure, sans contredit, pour les poulains d'un an, et c'est en même temps pour l'éleveur la plus économique, c'est donc celle qui doit faire la base de la nourriture des animaux pendant la seconde année, et il faut la leur continuer pendant l'année, aussi long-temps et aussi régulièrement que possible. L'éleveur aura donc en réserve des fourrages pour suppléer, en cas de besoin, à la nourriture verte, et il aura soin de ne pas faire passer trop brusquement les jeunes animaux de la nourriture verte à la nourriture sèche, substituant à la première, pour faire transition au sec, des racines, telles que panais et carottes, et suppléant aux racines par l'orge, l'avoine et les féveroles. Ces soins sont nécessaires aux races communes comme aux races de chevaux de selle, et c'est en partie par eux que la race anglaise s'est formée et qu'elle se conserve. C'est ici le cas de remarquer, pour le cultivateur qui veut élever des races très nobles, le grave inconvénient qu'il y a de tenir ces animaux, pendant toute ou presque toute l'année, dans certains pâturages gras, abondants, et fournissant le plus long-temps de la nourriture, comme on le fait dans une grande partie de la Normandie. Ces pâturages donnent des formes empâtées, et aux extrémités une peau épaisse chargée de longs crins. Si cependant le cultivateur est dans cette nécessité, il construira dans les pâturages des abris ou des hangars où les animaux puissent se garantir des pluies froides, des vents et des autres intempéries. C'est dans cette seconde année, surtout à la fin, dans l'hiver, qu'il faut habituer les animaux à se laisser toucher, panser, lever les pieds, à recevoir un bridon; qu'il faut accoutumer le cheval de trait à la sellette et aux harnais, et le

cheval de selle à souffrir une couverture sanglée, une selle légère, une bride même; en un mot, c'est pendant cet hiver qu'il faut commencer à préparer l'animal aux travaux qu'il doit faire un jour; car, dans la troisième année, presque partout, les chevaux de trait sont employés aux travaux des champs, et ce serait à tort qu'on ne ferait pas travailler, non seulement les chevaux de charrue et de diligence, mais encore les races de chevaux d'attelage; on peut même employer dès l'âge de deux ans les plus forts chevaux de trait. Quant à l'animal que l'on espère voir devenir un excellent cheval de selle, il ne doit point être employé aussi jeune; et ce n'est qu'à trois ans révolus, au plus tôt, qu'on peut commencer à lui mettre un conducteur sur le dos, quelque léger et adroit qu'on le choisisse.

Ici s'élève une question d'économie bien importante pour l'éleveur, c'est de savoir si l'on peut employer au trait le cheval destiné à la selle, depuis l'âge de deux ans et demi à trois ans jusqu'à celui de quatre ans et demi, qui est celui auquel il devra être définitivement dressé au service de la selle. Les habiles vétérinaires concluent pour l'affirmative, à moins qu'il ne s'agisse d'une race très fine et tout-à-fait supérieure, et même dans ce cas, le cultivateur, qui doit toujours avoir son bénéfice en vue, fera mieux de n'élever en chevaux de selle que ceux assez forts pour former en certains cas des chevaux d'attelage, et dès lors le cheval destiné à la selle, payant par son travail ce qu'il coûte à nourrir, ne leur revient guère plus cher que le cheval de trait ou de carrosse.

En résumé, le poulain de trait ou d'attelage, à mesure qu'il avance dans sa troisième année, peut travailler au service du trait, et le poulain de selle peut être mis à ce travail à la fin de cette troisième année, sans danger pour ses qualités futures.

Le cheval de trait, dans sa quatrième année, doit gagner par son travail plus que sa nourriture; il faut cependant encore ménager beaucoup ses forces, parce que son énergie propre le dispose à en mésuser; à cette précaution près, son régime rentre tout-à fait dans le régime du cheval de service, en s'arrangeant pour le mettre encore, dans la belle saison, au régime du vert à l'écurie. Le cheval destiné particulièrement aux atte-

lages de luxe est dans la même position que le simple cheval de trait ; à trois ans révolus, il peut payer par un travail régulier la nourriture qu'il consomme. Le travail d'une exploitation rurale ne peut lui être nuisible, et ne peut l'empêcher d'être l'année suivante, dans sa cinquième année, très apte à un service, celui des attelages, qui n'exige aucune qualité particulière.

Quant au cheval que ses qualités et ses formes rendent propre au service de la selle, si l'on croit ne pas pouvoir, sans inconvénient, l'employer d'abord au service du trait, il faut toujours, à trois ans révolus, commencer à l'habituer au service qu'il fera plus tard, en remettant toutefois à la cinquième année, quand il a pris tout son développement et toutes ses forces, à le dresser aux allures du manége proprement dit. Mais les cultivateurs trouvent ces soins embarrassants, et souvent ils ne les prennent pas; il est vrai que le service journalier de la ferme habitue tellement le cheval à l'homme, et même à se laisser monter par lui, qu'il ne faut plus que peu de service pour le dresser complétement ; il n'y a plus que les allures du cheval de selle à lui enseigner, et cela n'est pas long.

Parmi les chevaux de selle, il y en a quelques uns dont il serait à désirer que le cultivateur prît un soin particulier avant de chercher à les vendre ; ce sont ceux qu'une conformation extrêmement forte et des qualités supérieures feraient juger capables de figurer dans les camps. Ce sera probablement désormais parmi ceux-ci qu'on prendra les étalons et les plus précieuses poulinières. On se fait presque partout une idée fausse des soins particuliers à donner aux poulains que l'on réserve à cette destination, et le cultivateur effrayé laisse à l'acheteur des bénéfices qu'il pourrait recueillir lui-même. C'est dans leur quatrième année, à trois ans et demi, qu'on peut commencer à préparer les poulains pour les camps ; il faut pour cela avoir dans l'exploitation un garçon intelligent, petit et par conséquent peu pesant, pour le placer sur le dos de l'animal; si jusqu'à cet âge de près de quatre ans on a laissé trotter l'animal il faut lui en faire perdre l'habitude ; les allures auxquelles il doit être mis sont le pas allongé ; de ce pas, il doit être embarqué immédiatement au galop, autant que possible, sans

mouvements brusques, sans contre-temps; il ne sera pas long à prendre cette habitude, si on s'y prend avec douceur et intelligence. Dans les commencements, les courses seront peu longues, proportionnées aux forces de l'animal, et sans fatigue pour lui. Après quelque temps, on commence à pousser l'animal pour connaître de quoi il est capable; et les distances étant limitées pour chaque course, on pourra voir si l'animal a assez de vitesse pour faire un cheval propre à courir. Dans le cas contraire, il faut le retirer de ce régime, et se contenter d'en faire un bon cheval de selle, pour la chasse, pour les escadrons, et pour les maîtres. *Entraîner* est le mot dont on se sert pour exprimer l'action de préparer un cheval à la course. Dans cette opération, le premier soin, le principal, est d'habituer l'animal à ne point faire de défenses en courant, et à s'embarquer franchement et subitement au galop. Un garçon intelligent, en montant d'abord le cheval tous les deux jours, et ensuite tous les jours, l'aura bientôt habitué à se laisser maîtriser. Quant à la nourriture, on peut dire en peu de mots que ce doit être la plus nourrissante en même temps que la moins volumineuse. Les grains sont sans doute la nourriture qui convient presque exclusivement au cheval destiné à courir. La paille, dans notre climat, contient, sous un grand volume, peu de principes nutritifs; elle est donc, sous ce rapport, tout-à-fait contraire au cheval de course. Dans le midi de la France la paille est beaucoup plus substantielle. Pour parvenir à diminuer le plus possible le ventre aux animaux, il faut encore avoir soin de leur donner peu de nourriture à la fois; cinq ou six petits repas distribués régulièrement, le premier de très grand matin, et le dernier très tard, remplissent bien le but qu'on se propose.

Je ne parlerai pas des soins à donner aux poulains dans le cours de la cinquième année. On a vu que le poulain, à quatre ans révolus, doit être, si c'est un cheval de trait, propre à tous les travaux qu'on exige de lui; et que si c'est un cheval de race noble, il doit être préparé à être dressé aux exercices auxquels on le destine. Son *élève* cesse donc, et son *éducation* commence.

Je ne terminerai pas sans dire un mot sur une question qui embarrasse quelquefois les connaisseurs : c'est de savoir s'il vaut mieux pour eux de faire châtrer leurs poulains plutôt de

bonne heure que tard. La coutume de hongrer tard a plusieurs inconvénients compliqués. Le seul désavantage de la castration hâtive est de priver l'éleveur de la possibilité de distinguer dans les produits un animal qui aurait été un excellent étalon ou un vigoureux coureur. Mais cette éventualité unique n'empêche pas que la castration faite de très bonne heure ne soit généralement dans l'intérêt de l'éleveur, tandis que la castration tardive n'y est point. Il est aussi beaucoup de nourrisseurs habiles qui prétendent que pendant les premiers jours après la naissance, on peut assez bien juger de ce que le poulain sera plus tard, parce qu'il présente alors l'ensemble des formes qu'il doit avoir étant adulte. La ferrure, arrêtant en partie les mouvements du sabot, empêche sa croissance, tend à le déformer, et occasionne une douleur qui gêne l'animal dans sa marche, et lui fait contracter de mauvaises allures, et le fait *se prendre dans les épaules;* il ne faut y soumettre les jeunes poulains que le plus tard possible.

En résumé, voici comment l'éducation des chevaux se lie à l'agriculture dans les lieux où cette industrie est devenue avantageuse : deux individus s'occupent de cette éducation, l'éleveur qui possède la jument, et le nourrisseur qui n'a pas de jument, et qui achète le poulain au sevrage; quelquefois la même personne, quand elle est riche, et qu'elle possède du terrain, réunit les deux industries. Un fermier, par exemple, qui a six chevaux pour sa culture, s'il veut être éleveur, se pourvoit de sept à huit juments qu'il fait remplir, et qui travaillent jusqu'au jour qui précède la mise bas; à cette époque, il les met quinze jours ou trois semaines à l'herbe, dans une écurie ou en liberté, et les remet ensuite aux travaux; il livre aux charrois les plus durs les juments qui n'ont pas retenu. Les saillies sont faites au mois de janvier ou au mois de mai, pour que la mise bas ne nuise pas à la façon des *mars;* le sevrage se fait au mois d'octobre, et le poulain se vend alors au nourrisseur.

Celui-ci nourrit ses élèves pendant l'hiver avec des foins de prairies artificielles et un peu d'avoine et d'orge. Au printemps, il les met à l'herbe dans un pré, ou au piquet sur du trèfle ou du sainfoin. S'ils sont à l'herbe, on les laisse nuit et jour; s'ils sont sur des prairies artificielles, on les rentre la nuit, et on les

nourrit de menues pailles et de déchets de grange. A dix-huit mois, on commence à les atteler à la charrue, à leur donner la nourriture d'un cheval de travail, et on les fait travailler ainsi jusqu'à l'âge de quatre à cinq ans; c'est alors que le nourrisseur les vend dans le commerce, après en avoir tiré parti pour sa culture. Soulange Bodin.

HARNAIS. (*Technologie.*) On comprend sous cette dénomination toutes les pièces dont se compose l'équipement des chevaux de monture, de trait, et généralement de toutes les bêtes de somme. On emploie pour la confection des harnais les peaux et cuirs de différentes sortes, selon qu'ils sont destinés aux chevaux de fatigue ou de luxe. Pour les premiers, on se sert de peaux de mouton, de cuir de Hongrie, etc.; pour les autres, on emploie les cuirs d'Allemagne, ou cuirs de vache, préparés en noir; le cuir d'Angleterre ou cuir de bœuf, apprêté en couleur fauve; enfin les cuirs de bœuf noir lisses, le maroquin, etc.; dans quelques pièces, telles que les colliers, il entre du bois, de la bourre, etc.

Les harnais des chevaux de selle se composent d'une bride, d'un licou ou d'un filet, d'une selle avec sa sangle, d'une croupière, et quelquefois d'une martingale. Généralement ces harnais sont en cuir apprêté en couleur fauve, ornés plus ou moins richement de boucles en fer, en cuivre ou en plaqué. Pour les chevaux de charge, la selle est remplacée par un bât auquel s'attachent les fardeaux, ou par une sorte de matelassure nommée panneau, que l'on emploie lorsqu'on veut se servir en même temps des chevaux de charge comme monture.

Quant aux chevaux de trait, leurs harnais sont plus compliqués, et varient selon le mode d'attelage, et même, dans chaque attelage, d'un cheval à l'autre, suivant la place qu'il occupe. Les harnais sont à collier ou à poitrail. Ces derniers, particulièrement employés pour les chevaux de poste et de messagerie, se distinguent par une large bande de cuir qui embrasse tout le poitrail, et qui est maintenue dans une position horizontale par une autre bande de cuir passant sur le cou de l'animal. C'est à cette pièce que sont attachés les traits, et par conséquent sur elle que s'opère tout l'effort des chevaux. Ce mode d'attelage, qui par sa légèreté offre quelques avantages,

ne peut être employé pour l'attelage des voitures de transport; car le frottement continuel du *poitrail* sur la peau l'écorcherait bientôt, et mettrait les chevaux hors de service. On se sert de préférence de l'attelage à collier, qui, indépendamment de l'avantage de répartir également la pression sur les épaules du cheval, permet de disposer les traits de manière à lui donner la facilité de développer la plus grande somme de force. Pour bien comprendre ceci, il faut remarquer que les épaules du cheval sur lesquelles vient s'appuyer le collier présentent une ligne inclinée faisant avec la verticale un angle de 14 à 15°; si donc la position des traits était horizontale, leur action, n'agissant pas perpendiculairement sur le collier, tendrait à le faire remonter, et causerait aux chevaux une pression au-dessous du cou, très fatigante pour eux. Il faut, pour qu'ils puissent déployer toutes leurs forces, que la situation des traits soit telle qu'ils agissent dans une direction perpendiculaire à l'inclinaison du collier, ce qui dépend du point d'attache à la voiture. On voit donc combien est vicieux le mode d'attelage qui consiste à fixer les traits à des crochets placés à la naissance des brancards des voitures à deux roues : mode adopté pour tous les attelages où les chevaux sont placés sur une seule ligne.

Les colliers doivent être confectionnés avec soin, bien matelassés, et parfaitement adaptés à l'encolure des chevaux; ils doivent être aussi légers que possible, afin de ne pas fatiguer inutilement l'animal. S'il est un usage contre lequel on ne saurait trop s'élever, c'est celui de donner aux colliers un volume énorme, tellement, qu'avec leurs garnitures et leurs housses, lorsqu'ils sont imbibés par la pluie, quelques uns pèsent jusqu'à 140 livres. Quel cheval est assez robuste pour supporter toute une journée sur le cou une pareille charge sans en souffrir beaucoup, et de quel travail utile est-il capable alors? Plus l'on parviendra à diminuer le poids des colliers en les rapprochant de ceux employés pour les équipages, plus on épargnera de fatigue inutile aux chevaux.

Mais quel que soit le soin apporté à la confection des colliers, et au point d'attache des traits, si ceux-ci ne cèdent pas à la pression alternative des deux épaules, les chevaux seront

entravés dans leur marche, et finiront par se blesser. Pour éviter cet inconvénient, on attache les traits non pas à la voiture, mais à une traverse, nommée *palonnier*, qui, n'étant retenue que par une cheville en fer ou par une courroie, obéit aux mouvements imprimés au collier par les épaules du cheval.

Cette disposition, toujours facile à obtenir dans l'attelage des voitures, exige pour celui des manéges une disposition particulière. En effet, si l'on établissait les ailes ou bras des manéges assez près de terre pour qu'on pût y fixer les traits au moyen d'un palonnier mobile, le cheval ne se dirigerait pas toujours dans la direction de la tangente au cercle qu'il décrit : direction nécessaire pour qu'une partie de sa force ne soit pas perdue. Il faut donc pour le maintenir dans cette direction qu'il y soit retenu par une limonière fixe. Mais l'espace qui existe entre deux bras est rarement assez grand pour qu'on puisse y établir une limonière horizontale; on est forcé d'élever les bras du manége, et d'y fixer les limonières dans une situation verticale. Alors on attache les traits fort courts à deux crochets placés au bas des brancards, et qui transmettent la pression alternative des épaules à un palonnier mobile situé à la partie supérieure, au moyen de deux leviers coudés analogues à ceux que l'on emploie pour les mouvements des sonnettes. Pour cette ingénieuse disposition, le cheval, retenu entre les deux brancards, se maintient dans la direction convenable, sans que ses mouvements soient entravés. Voyez au surplus l'article Manége.

On désigne par le nom de *harnais d'avant-main* les parties de l'équipement qui sont destinées à la tête et au cou des chevaux; tels sont la *bride*, qui ne diffère de celle des chevaux de selle qui par les deux pièces nommées *œillères*, servant à garantir les yeux du cheval, le *collier* ou le poitrail; et l'on donne le nom de *harnais d'arrière-main* à ceux qui garnissent la partie postérieure; tels sont la *sellette*, le *panneau*, la *sous-ventrière*, la *dossière*, qui s'appuie sur la sellette, l'*avaloire* ou le *reculement*, et la *croupière*.

Toutes ces pièces, qui se composent elles-mêmes de différentes parties, varient selon qu'elles sont destinées aux chevaux de devant ou de derrière des chariots, charrettes, voitures de

voyage ou de luxe, ou suivant les diverses espèces d'attelages employés, et dont voici les principaux :

Attelage ordinaire de cabriolet. Les harnais se composent d'une bride, un collier, une dossière, deux guides, deux traits, un contre-sanglon de croupière, quatre fourreaux et une sellette.

Attelage à quatre à grandes guides. Les chevaux de devant n'ont que la bride, le collier et un petit mantelet, retenu par une sous-ventrière et une sangle; les autres ont un harnais ordinaire.

Attelage à quatre à la Daumont. Dans cet attelage, les deux chevaux de gauche ont, au lieu de sellette, une selle de courrier, et sont montés par un postillon. Dans l'*attelage à quatre à la française,* il y a un postillon seulement sur un des chevaux de devant, et un cocher sur le siége. Dans l'*attelage à quatre à l'allemande,* le postillon est placé sur un des chevaux de derrière, et conduit à grandes guides. Les chevaux de devant n'ont d'autres harnais que la bride, le poitrail et le reculement.

L'attelage à six se compose de l'attelage à grandes guides, et de l'attelage de Daumont.

Attelage à huit à la française. Il est conduit par un postillon placé sur un des chevaux de volée, et par un cocher placé sur le siége. CL. EVRARD.

HAUT-FOURNEAU. (*Chimie industrielle.*) Le FER, si précieux par les nombreux usages auxquels il peut être employé, se rencontre rarement natif, mais on le trouve très abondamment répandu à l'état de combinaison avec un assez grand nombre de corps; de tous ces composés, les oxides et les carbonates sont les seuls que l'on puisse traiter pour l'extraction du métal, soit à cause des difficultés que présente la séparation des corps qui y sont unis dans les autres combinaisons, soit par les mauvaises qualités qu'ils procurent au fer.

Nous ne devons pas nous occuper du fer météorique, dont quelques masses assez considérables ont été trouvées dans diverses localités, mais que l'on ne peut jamais considérer comme de véritable minerai.

L'oxide de *fer magnétique*, ou *aimant*, appelé aussi *fer oxidulé*, se rencontre abondamment dans des terrains anciens ; il est souvent cristallisé en octaèdres ; sa couleur est noir de fer; il est cassant, fréquemment lamellaire ; sa poussière est gris foncé ; sa densité varie de 4,74 à 5,09. On le rencontre dans beaucoup de cas mêlé avec du peroxide; sa poussière est alors plus ou moins rougeâtre. Le *fer titané* existe souvent mêlé avec l'oxide magnétique. On rencontre quelquefois aussi avec lui la blende, la galène, le fer arsenical.

Les gangues de ce minerai sont les amphiboles, les serpentines, les gneiss, les trachites, les basaltes, les syénites, etc.

Le fer oxidulé donne de très bons fers; on le traite presque uniquement dans certaines localités, comme en Suède, en Norwége.

Le peroxide de fer existe à deux états, et très abondamment répandu, anhydre et hydraté.

Les *fers oxidés anhydres*, désignés sous divers noms, comme *fer oligiste micacé, fer spéculaire, ocres rouges, fers argileux compactes*, offrent pour caractère commun de donner une poussière rouge ou brune, de n'être pas ou de n'être qu'à peine attirables à l'aimant; la forme cristalline de cet oxide appartient au système rhomboédrique; on le trouve souvent à l'état lamellaire ; dans ces deux cas, il renferme seulement une gangue siliceuse. Quand il s'offre en masses informes, il est accompagné d'argile. Sa densité varie de 3,5 à 5,24.

Les variétés rouges ou à poussière rouge ne renferment pas d'oxide de manganèse. Celles qui sont d'un noir quelquefois très brillant ou à poussière brune en contiennent une quantité plus ou moins grande, et quelquefois considérable. Le fer que produit ces derniers est presque toujours aciéreux.

Les *fers oxidés hydratés* donnent tous une poussière jaune ; leur densité varie entre 2,37 et 3,74 ; chauffés, ils donnent de l'eau; le résidu est rouge quand il n'a pas été très fortement chauffé ; il devient plus ou moins noir à une très haute température.

On les rencontre dans les schistes argileux, dans le grès houiller rouge et bigarré, le calcaire particulièrement jurassique, en filons ou en couches, mais le plus ordinairement en amas ou

en nids; dans ces deux derniers cas, ils sont en grains agglutinés par une pâte, tantôt argileuse, d'où ils se séparent en les délayant dans l'eau, tantôt d'une nature analogue à la leur même.

Ces minerais sont fréquemment mélangés de phosphates et d'arséniates, qui donnent au fer de fâcheuses qualités; ce sont particulièrement les variétés qui se rencontrent dans des terrains marécageux, et qui portent le nom de *mines de marais.* On rencontre souvent aussi des grains magnétiques dans les minerais hydratés granulaires; un certain nombre renferment de l'oxide de manganèse; ils perdent alors la propriété magnétique par la calcination.

Les *ocres jaunes*, employées dans la peinture, renferment une si grande proportion d'argile, qu'ils ont peine à être traités comme minerais.

Le *carbonate de fer,* abondamment répandu dans un grand nombre de terrains, se présente ou cristallisé ou compacte; dans le premier cas, il constitue le *fer spathique.*

Le *fer spathique* a une densité de 3 à 3,8; sa forme est rhomboédrique, souvent lamellaire; sa couleur varie du blanc au brun. On le rencontre très fréquemment mélangé avec des carbonates de manganèse et de magnésie, quelquefois avec le carbonate de chaux. A une très haute température, il donne un mélange de deux oxides légèrement magnétiques; au contact de l'air, il éprouve peu à peu une décomposition, et donne pour produit un hydrate, tandis que la magnésie, passant à l'état de bicarbonate, se dissout à la faveur des eaux pluviales. Ces minerais portent le nom de *mines douces.*

Le fer spathique forme des filons, des amas et des couches dans un grand nombre de terrains; on le trouve avec le quartz, le sulfate de baryte, les roches schisteuses et talqueuses; il renferme souvent des sulfures de fer, de plomb, de cuivre, de l'oxide de fer magnétique.

Ce minerai fait une très faible effervescence avec l'acide sulfurique, l'acide hydrochlorique et l'acide nitrique. A chaud, le dernier le dissout avec un vif dégagement de gaz.

Le *fer carbonaté compacte* varie du gris au noir; sa cassure est grenue; il forme quelquefois des couches dans le grès houil-

ler. Ce minerai est très pauvre; le plus souvent, on le trouve en rognons arrondis dans la houille et les argiles qui l'accompagnent; cette variété est riche; au centre des rognons, se trouvent fréquemment de la houille, de la chaux carbonatée laminaire, des pyrites.

Les phosphates de chaux et de fer sont presque toujours mêlés avec le carbonate; les sulfures de fer, plomb et zinc, s'y rencontrent fréquemment.

Essai des minerais de fer. Quelle que soit la nature d'un minerai, il est nécessaire, avant de l'introduire dans le haut-fourneau, d'en connaître la richesse, et de déterminer la nature des matières qui l'accompagnent, pour ne pas s'exposer aux accidents qui résulteraient de l'emploi d'une matière de mauvaise nature ou d'un degré de richesse qui exigerait de grandes différences dans la conduite du haut-fourneau.

Pour qu'un minerai puisse être traité avec avantage, il faut qu'il contienne au moins 30 p. 0/0 de fer, à moins qu'il ne soit destiné à être mélangé avec d'autres minerais plus riches. Les minerais trop riches sont désavantageux à traiter à cause de la difficulté de les fondre : un rendement moyen de 40 p. 0/0 de fonte est le meilleur que l'on puisse adopter.

Le soufre, le phosphore et l'arsenic, procurent de mauvaises qualités au fer, et, en certaines proportions, le phosphore surtout, que le grillage des minerais ne peut séparer, les rend impropres à beaucoup d'usages.

Il est donc d'une grande importance pour un maître de forges de pouvoir reconnaître si un minerai est avantageux ou nuisible à traiter. La détermination de la quantité de fonte qu'il peut donner est encore assez facile dans les limites d'exactitude nécessaires pour qu'un homme, sans avoir acquis l'habitude des manipulations chimiques, puisse l'obtenir; mais la recherche seulement du soufre, du phosphore, de l'arsenic, exigent quelques connaissances chimiques, et une analyse rigoureuse ne peut être faite que par celui qui s'est familiarisé avec ce genre de travaux.

Relativement aux essais *par la voie sèche*, dans lesquels on détermine seulement la proportion de fonte que peut fournir un minerai; il est indispensable de se guider par des prin-

cipes scientifiques, et de ne pas opérer au hasard et sans règle, comme nous l'avons vu faire à des maîtres de forges, qui ne parvenaient à un résultat tant soit peu exact que par une multitude de tâtonnements.

On pèse 10 grammes de minerai préalablement pilé et passé au tamis de soie, que l'on calcine pour en dégager l'eau si ce sont des hydratés, et ramener le peroxide de manganèse à l'état d'oxide rouge; si on opère sur des carbonates, il faut joindre le grillage dans un têt à calcination, pour ramener la masse à l'état de peroxide.

Quand les minerais ont une gangue calcaire, on les met dans une fiole avec de l'acide acétique à 5 ou 6°, et aprèsquelques heures on jette la liqueur sur un filtre, on lave le résidu jusqu'à ce que le liquide n'ait plus de saveur; on sèche, on pèse : la différence indique la quantité de carbonate dissous.

Lorsque la gangue est quartzeuse, on traite à l'ébullition le minerai par un mélange de 1 partie d'acide nitrique et 3 d'acide hydrochlorique, jusqu'à ce que le résidu soit à peine coloré; on filtre, on lave, on sèche et on pèse.

Quand le titane existe dans les minerais, il est nécessaire de les traiter par l'acide sulfurique concentré; mais il faut opérer sur une poudre impalpable.

Au moyen de ces notions préliminaires, on peut connaître quels sont les meilleurs fondants à employer, et leur dose.

M. Berthier, auquel on doit de précieux documents sur les essais, divise les minerais en cinq classes, relativement aux flux qui doivent y être mêlés pour les fondre.

1° *Matières ferrugineuses presque pures.* Comprenant le fer oxidé magnétique, le fer oligiste, les fers oxidés hydratés, compactes ou hématites.

2° — *Mêlées de quartz, et qui ne contiennent point ou presque point d'autres substances.* Les mêmes que les précédents, et quelques minerais dits d'alluvion.

3° — *Contenant de la silice et diverses bases, et peu ou point de chaux.* La plus grande partie des minerais oxidés et hydratés, dits d'alluvion; la plupart des minerais carbonatés compactes, mêlés les uns et les autres d'argile; les minerais oxidés et hydratés ayant pour gangue des roches primitives; les fers spathi-

ques mêlés de quartz, et renfermant de la magnésie ou de l'oxide de manganèse.

4° — *Contenant une ou plusieurs bases, mais peu ou point de silice.* Ces bases sont la chaux, la magnésie, l'alumine, les oxides de manganèse, chrôme, titane, tantale et tungstène. Ces minerais sont les oxides et hydrates pauvres, et quelques variétés de carbonates compactes, toujours mêlés de beaucoup de carbonates de chaux; les fers spathiques sans gangues, renfermant de la magnésie ou du manganèse; quelques fers hydratés, dits d'alluvion, ayant une gangue d'hydrate d'alumine.

5° — *Contenant de la silice, de la chaux, et une autre base fusible par elle-même.* Divers minerais oxidés et hydratés des terrains calcaires.

Les creusets de plombagine peuvent être employés avec avantage pour les essais par *voie sèche,* les scories n'y adhèrent pas, mais elles les attaquent; les creusets de terre ont l'inconvénient que les scories y adhèrent fortement, et d'ailleurs il est nécessaire de mêler aux minerais une quantité de charbon un peu plus que suffisante pour les réduire, et cet excès de charbon empêche la réunion des grains de fonte; les creusets *brasqués* (Voy. Brasque) sont de beaucoup préférables.

On peut fondre tous les minerais avec du borax ou du verre, mais ce mode d'essai offre de l'inconvénient.

On fait quelquefois usage de carbonate de soude, de dolomie ou carbonate de chaux et de magnésie, d'alumine, d'argile blanche, de quartz ou de spath fluor (fluorure de calcium).

Les matières ferrugineuses de la première classe pourraient souvent être essayées sans addition, mais un laitier convenable a l'avantage de faciliter la réunion des globules de fonte; le meilleur est un silicate bien fusible. (Voy. Fondants.)

Les matières de la deuxième classe sont fondues avec du carbonate de soude, un mélange de carbonate de chaux et d'alumine ou d'argile, ou de dolomie.

Les matières de la troisième classe peuvent être essayées avec du carbonate de soude, mais on les fond très bien avec un mélange de carbonate de chaux, qui varie de la moitié aux trois quarts du poids des matières insolubles dans les acides.

Les matières de la quatrième classe exigent une addition de quartz, et presque toujours aussi de chaux.

Les fers spathiques très manganésiens fondent par une addition de quartz; ceux qui contiennent beaucoup de magnésie exigent en outre une addition de chaux.

Quand les minerais sont mêlés avec beaucoup de gangues pierreuses, on ajoute d'autant moins de quartz que le résidu de l'action des acides en renferme davantage : la quantité de carbonate de chaux doit être à peu près de la moitié du quartz et des gangues.

Les minerais alumineux exigent un mélange de silice et de chaux.

Pour les fers titanés il est bon d'ajouter un peu d'alumine ou de magnésie.

Quant aux minerais très calcaires, la silice seule suffit quelquefois, mais il faut mieux employer une argile blanche très siliceuse.

Pour que les laitiers soient bien fusibles, les proportions de silice, de chaux, d'alumine, etc., doivent être renfermées dans certaines limites, qui sont : 0,45 à 0,60 de silice, 0,20 à 0,35 de chaux, et 0,12 à 0,25 des autres bases. L'alumine est moins fondante que la magnésie; sa proportion ne doit pas dépasser 0,15; la magnésie l'est beaucoup plus, elle peut aller jusqu'à 0,25; elle donne ordinairement aux laitiers un aspect pierreux et une texture cristalline. L'oxide de manganèse est beaucoup plus fondant que la magnésie; comme il s'en réduit une petite quantité qui ferait doser trop haut le fer, il ne faut pas que les scorics contiennent plus de 0,15 à 0,28 de cet oxide.

L'oxide de titane exige, par son peu de fusibilité, que l'on ajoute une assez grande quantité de fondants pour que cet oxide n'excède pas 0,15 à 0,20.

Le phosphate de fer se transforme en phosphure par le contact du charbon à une chaleur rouge, rend la fonte cassante et lui donne une structure cristalline; le phosphate de chaux, indécomposable par le charbon, le devient sous l'influence de la silice ou d'un silicate renfermant beaucoup de silice; il faut donc employer pour l'essai un aussi grand excès de chaux que

le laitier peut en prendre pour rester bien fusible; le phosphate de chaux rend le laitier laiteux.

L'arséniate de fer donne, dans les mêmes circonstances, de l'arséniure; l'arséniate de chaux se décompose par la seule action du charbon, se combine au fer qu'il rencontre, et rend la fonte cassante et lamelleuse.

Les pyrites de fer et de cuivre rendent la fonte cassante; mais, en présence d'un excès de chaux ou d'un silicate très calcaire, elles donnent du sulfure de calcium. Dans ce genre d'essais, il faut donc employer le plus grand excès possible de chaux.

Un effet semblable a lieu avec les sulfures de plomb et de zinc : le plomb forme un culot, et le zinc se dégage en vapeurs.

Pour déterminer la quantité de fonte que donne un minerai de fer après les expériences préliminaires que nous avons indiquées, on procède de la manière suivante.

On pile le minerai, et on passe la matière au tamis de soie, en ayant soin que tout l'échantillon passe au travers, si l'on n'a pu séparer mécaniquement la gangue; on mêle le tout intimement, et on pèse 10 gram.; on pèse d'une autre part la quantité nécessaire de fondants, également en poudre fine, et on mêle intimement le tout dans une capsule de verre ou de porcelaine, ou sur un papier vernis. On introduit avec soin le mélange au fond de la cavité de la brasque, et on l'y tasse un peu avec un pilon d'agate, de porcelaine ou de métal; si quelque portion du mélange adhérait aux parois de la cavité, on la ferait tomber avec le moins possible de la brasque, et si une petite quantité de matière était restée dans la capsule ou sur le papier, on la détacherait avec un peu de charbon en poudre, que l'on verserait dans le creuset; on remplit ensuite celui-ci avec du charbon pulvérisé, on adapte le couvercle, qu'on lute au moyen d'un peu de lut maigre, fait avec 1 partie d'argile à potier et de 3 de sable, et suffisamment humecté; pour en faciliter l'adhérence, on humecte légèrement les parois avant d'y poser le lut, dans lequel on pratique quelques trous avec une aiguille.

On peut faire l'essai ou dans un bon fourneau à vent, ou dans une forge; le temps nécessaire pour fondre l'essai est assez variable suivant sa nature : une heure est toujours suffisante, à

partir du moment où la température est rouge; pour des minerais fusibles, il faut beaucoup moins de temps.

Le creuset étant luté sur un fromage, on le place au milieu de la grille; on l'enveloppe de charbons, mais par-dessus lesquels on jette un peu de combustible allumé; à mesure que la combustion se propage, on ajoute du charbon, que l'on fait tomber également pour remplir les vides; et après un quart d'heure à peu près on donne le vent en ouvrant le registre pour un fourneau à vent, ou l'on fait agir le soufflet pour une forge. Quand on a placé plusieurs creusets sur la grille, on doit les espacer également.

Le creuset refroidi, on en détache le couvercle, ou bien on le casse avec soin, et on enlève le culot avec la scorie, et on les pèse. Un essai ne peut jamais être regardé comme bon quand, au lieu d'un culot, on trouve des grenailles mêlées au laitier; mais lors même qu'on a obtenu un bon culot, le laitier renferme toujours quelques grenailles, que l'on sépare en pilant le laitier et les enlevant au barreau aimanté; on réunit les grenailles au culot, et on les pèse; de leur poids, on déduit celui du laitier.

Un bon laitier doit être bien fondu, vitreux, translucide; quand il est bulleux, opaque, pierreux ou cristallisé, il indique une mauvaise nature de fonte : une bonne fonte est toujours un peu ductile avant de se briser; on l'essaie en la frappant fortement sur une enclume, après l'avoir renfermée dans une feuille de tôle ou de ferblanc. Une mauvaise fonte se brise facilement sans changer de forme; elle est blanche, plus ou moins cristalline à la surface, lamelleuse; l'intérieur est fréquemment rempli de cavités dans lesquelles il y a quelquefois des cristaux.

Les gangues qui accompagnent les minerais du fer sont très variables sous le rapport de leur fusibilité; les unes, à l'aide de l'oxide du fer qui s'y combine en plus ou moins grande proportion, à une haute température, peuvent directement passer à un état de liquidité qui leur permet de se séparer de la masse du fer; les autres exigent l'addition de diverses substances pour fournir un laitier fusible.

Nous avons vu à l'article Fondant que la chaux, l'alumine et la silice sont infusibles, et qu'un grand nombre de silicates sont au contraire plus ou moins faciles à fondre, surtout quand

ils contiennent plusieurs bases, et que l'oxide du fer en facilite toujours beaucoup la fusion. C'est sur ces propriétés qu'est fondé l'emploi des substances qui tendent à débarrasser le fer de ses gangues : ainsi la chaux, ajoutée en quantité convenable à des gangues siliceuses et alumineuses, détermine leur fusion ; l'alumine et quelquefois la silice agissent de la même manière sur des gangues de carbonate de chaux.

Le fer peut être extrait de ses minerais à deux états différents, ou presque affiné et susceptible de se séparer des laitiers par diverses actions mécaniques, ou en combinaison avec du carbone et des métaux terreux, et produisant la fonte que des opérations chimiques successives amènent à l'état de fer.

C'est au premier état que le fer a été long-temps obtenu dans les bas-fourneaux, désignés par le nom de *stuckofen*, parce qu'il s'y rassemblait en masse plus ou moins volumineuse que l'on retirait des fourneaux en démolissant la partie antérieure. Comme ces procédés sont actuellement abandonnés, nous n'aurons pas à nous en occuper, nous ne devons qu'en signaler l'existence.

On obtient une grande quantité de fer, particulièrement dans quelques provinces des Pyrénées, par une méthode dite *catalane*, qui fournit directement du fer ou de l'acier. Dans ces foyers, que nous décrirons plus loin, le minerai est réduit, amené à l'état de fonte, et affiné dans le même feu par l'action de l'air. Pour obtenir ce résultat, il est indispensable de donner peu de hauteur et beaucoup de largeur au foyer, pour que la fonte ne devienne pas trop liquide, et qu'elle offre à l'air une grande surface.

Mais ce procédé ne peut être avantageusement appliqué qu'à des minerais très fusibles et d'une richesse moyenne, qu'il serait peut-être moins avantageux de traiter dans les *hauts-fourneaux*, malgré la plus grande quantité de produits que l'on pourrait en attendre.

Si le fer, à l'état ductile et malléable auquel il peut parvenir par une affinage convenable, offre une immense importance par ses nombreux usages, la fonte présente aussi des applications du plus haut intérêt. Tant que le traitement des minerais du fer n'a produit ce métal qu'au premier état, l'impossibilité de le

fondre ne pouvait même laisser soupçonner l'utilité de toutes les applications auxquelles on a pu le faire servir; ça donc été une ère nouvelle pour les peuples que l'obtention de la fonte, et à mesure que les moyens de se la procurer se sont perfectionnés, l'influence du fer s'est fait de plus en plus sentir sur l'état de la civilisation.

Quant on traite des minerais faciles à fondre, en rétrécissant le foyer et élevant le point où se produit la fusion, le fer passe à l'état de fonte; celle-ci, se trouvant préservée de l'action de l'air par les laitiers qui la recouvrent, peut être alors réunie dans une cavité appropriée pour être expulsée ensuite par des ouvertures convenables, C'est à l'élévation du point où s'opère la fusion du minerai qu'est due la transformation des *stuckofen* en *flussofen ;* de ces derniers aux *hauts-fourneaux*, il ne s'offre réellement de différence que dans le rétrécissement du foyer, l'élévation encore plus grande du point où s'opère la fusion, et l'adoption d'une cavité appelée *creuset*, destinée à recevoir la fonte, et s'avançant à la partie antérieure aux dehors du fourneau.

On pourrait vouloir trouver de très grandes différences entre les hauts-fourneaux et les flussofen, relativement à la grande hauteur des premiers, et aux formes particulières de leur intérieur; mais celles que nous avons signalées sont les seules importantes.

Un haut-fourneau étant destiné à supporter une très haute température, qu'il faut rendre le plus parfaitement uniforme qu'il soit possible, il est indispensable qu'il offre une masse considérable, mais qu'il convient de renfermer cependant dans de justes bornes pour ne pas surcharger trop fortement les parties inférieures; il doit être situé sur un terrain solide, que ne puissent pénétrer facilement les eaux.

Pour remplir ces deux conditions on rencontre quelquefois de grands obstacles. Lorsqu'on ne peut construire un haut-fourneau sur un terrain formé de couches solides, on doit avant tout, soit par le moyen de *pilotis* et de *grilles*, soit en se servant de grilles seulement, se procurer un espace assez parfaitement résistant pour que les fondations n'aient à craindre aucun mouvement.

Après avoir ou non enfoncé des pilotis jusqu'à la profondeur

nécessaire, on établit deux rangées au moins de forts madriers qui se croisent dans des directions perpendiculaires; c'est au-dessus de ces grilles que l'on établit les fondations.

En supposant même un sol parfaitement solide, il peut se pénétrer d'humidité au point de compromettre les parties inférieures du haut-fourneau, soit par l'action de l'eau inhérente aux couches dont il est composé, soit par l'action d'eaux extérieures qui le peuvent pénétrer ; les grillages diminuent cette cause de détérioration ; mais pour s'en mettre complétement à l'abri, il est indispensable de pratiquer au-dessous de la pierre de fond du creuset des canaux pour l'asséchement.

Dans un grand nombre de localités, ces précautions suffisent; mais dans d'autres il faut en ajouter une d'une bien grande importance, c'est de placer le creuset à une hauteur supérieure aux plus hautes eaux que peuvent amener des inondations ; de graves accidents ont eu lieu, dans diverses occasions, par cette cause accidentelle.

Le sol étant convenable sous ces divers rapports, on peut y établir les fondations.

Un haut-fourneau se compose de trois parties principales : le creuset, la cuve et le gueulard.

On a singulièrement varié la forme intérieure des haut-fourneaux relativement à la capacité intérieure; la forme la plus simple, que l'on a quelquefois adoptée, mais qui ne peut convenir que pour quelques minerais, est celle d'un cylindre ou d'un cône tronqué; mais cette forme est très peu employée. Pendant très long-temps on a adopté l'emploi de deux pyramides quadrangulaires tronquées, apposées base à base : la troncature supérieure formant le gueulard, et l'inférieure communiquant au creuset. On a souvent remarqué dans divers FOURNEAUX, et plus particulièrement peut être dans ceux qui nous occupent, que les angles rentrants s'effacent après un certain temps, et que la forme générale s'approche plus ou moins d'une courbe régulière. Cette observation, facile à faire quand on examine un haut-fourneau après plusieurs fondages, a conduit à en modifier la forme intérieure; actuellement, on a adopté, presque généralement, deux cônes tronqués réunis par leur base.

L'élargissement du haut-fourneau dans un des points de son intérieur, et le rétrécissement qu'il subit au-dessous, ont pour but de maintenir les matières qu'il renferme exposées pendant plus de temps à une haute température ; le rétrécissement de la partie supérieure a pour but de diminuer le refroidissement, ou même d'augmenter la chaleur intérieure.

Les deux cônes tronqués, réunis par leur base, n'ont pas la même hauteur : celui qui est placé inférieurement est bien plus court, et sa hauteur dépend de la nature du minerai ; les surfaces de ce cône portent le nom d'*étalages;* elles sont destinées à soutenir le minerai et les matières qui y sont mélangées au-dessus du creuset, pour les laisser exposés pendant un temps plus ou moins long à une haute température. Quand les minerais sont très fusibles et faciles à réduire, les étalages sont beaucoup plus droits ; mais quand les matières employées sont réfractaires ou le combustible difficile à brûler, il faut que la pente des étalages soit moins rapide ; et ce n'est que par une étude suivie des matières premières sur lesquelles on opère, que l'on peut modifier cette pente pour arriver à une moyenne convenable.

Quand le mélange de minerai, de fondant et de combustible, descend au-dessous des étalages, il n'a pas ordinairement subi toutes les modifications convenables pour fournir de la fonte et du laitier ; il faut encore qu'éprouvant l'action d'une très haute température, il donne lieu aux dernières réactions qui déterminent la fusion des deux corps destinés à se séparer en ce moment ; le rétrécissement opéré par la troncature de la pyramide ou du cône inférieur arrête les matières, les soutient et les oblige à former une espèce de voûte au travers de laquelle coulent la fonte et le laitier ; mais pour que cet effet soit produit le plus avantageusement possible, la troncature doit être placée à une certaine hauteur au-dessus du creuset, c'est pour cela que dans la plupart des hauts-fourneaux on a adopté l'usage d'une partie appelée *ouvrage*, formée d'un cône tronqué se raccordant avec la partie supérieure, et dont la troncature placée inférieurement se trouve immédiatement au-dessus du creuset ; les minerais très fusibles seuls peuvent être traités dans les hauts-fourneaux sans ouvrages ; la hauteur de cette

partie dépend entièrement de la nature des matières premières.

La pyramide ou le cône tronqué supérieurs, beaucoup plus élevés, forment un espace que l'on désigne sous le nom de *cuve*. L'ouverture supérieure constitue le *gueulard* par lequel on introduit dans le fourneau les substances qui doivent y être traitées.

Outre l'inconvénient que nous avons précédemment signalé de l'altération de la forme intérieure d'un haut-fourneau quand on a adopté deux pyramides tronquées, nous devons en signaler encore un d'une grande gravité, et qui provient du raccordement des angles des étalages avec le cône de l'ouvrage, une prompte et profonde corrosion des parties adjacentes en est le résultat, et son action peut compromettre rapidement l'état du revêtement intérieur du fourneau, et déterminer, bien longtemps avant le moment où elle aurait lieu naturellement, la cessation du travail.

La réduction des minerais de fer et surtout la séparation des gangues ne peuvent avoir lieu que par une élévation considérable de température. Un courant d'air déterminé par la hauteur et la capacité du haut-fourneau serait bien loin d'être suffisant pour la produire : il est donc indispensable de faire affluer une masse d'air considérable dans le fourneau; pour cela, des machines convenables doivent porter l'air à la partie inférieure de l'ouvrage : pour y parvenir, on pratique dans ce point une ou plusieurs ouvertures appelées *tuyères*, destinées à donner passage aux *buses*.

Comme il est nécessaire de pouvoir s'assurer de l'état du fourneau à l'endroit même où l'air y pénètre, et non seulement de changer quelquefois les tuyères, mais encore de travailler dans le fourneau par les ouvertures, on ne peut se contenter de pratiquer au travers de toute l'épaisseur des parois une ouverture propre à donner passage à une buse; on dispose la tuyère dans une embrasure qui facilite le travail, sans ôter rien au fourneau de la solidité qu'il doit avoir; si l'on emploie deux tuyères, on construit alors deux embrasures opposées.

Dans les petits fourneaux, les embrasures sont en ogives ou cintrées; mais quand elles ont de grandes dimensions, on soutient les parois supérieures au moyen de fortes pièces de

fonte, placées en escaliers renversés, que l'on nomme *marâtres*.

Quel que soit le nombre d'embrasures des tuyères, il est indispensable d'en avoir une à la partie antérieure ou *poitrine* du fourneau, sur laquelle on pratique, au-dessus du creuset, une large ouverture ou *tympe* destinée à l'écoulement des laitiers pendant le fondage, et à travailler dans le creuset, quand le besoin l'exige.

Sur le bord inférieur de cette ouverture, formant le bord supérieur du creuset, est placée une forte pièce en fer, sur laquelle s'appuie, à la droite, une plaque en fonte destinée à l'écoulement des laitiers; cette plaque porte le nom de *damm*, et par corruption *dame*.

Au niveau du fond du creuset, et à gauche de l'embrasure, se trouve une ouverture ou *coulée* destinée au passage de la fonte; on la tient fermée pendant l'opération au moyen d'un tampon de terre mêlée de charbon que l'on y tasse.

Au moyen des dispositions générales que nous venons d'établir, on voit qu'il est facile de placer le minerai dans les circonstances convenables pour sa transformation en fonte et en laitiers. Introduit par le gueulard, avec les quantités convenables de fondants, s'ils sont nécessaires, et de combustible, l'oxide de fer du minerai se réduit, le fer qui en provient se combine avec une certaine quantité de carbone et de métaux terreux provenus des gangues ou des fondants, et produit la fonte, tandis que les gangues, soit seules, soit au moyen des fondants, se transforment en scories, qui descendent avec la fonte jusqu'au creuset, dans lequel la fonte occupe la partie inférieure, et se trouve constamment recouverte par les scories, dont l'excès s'écoule sur la dame.

Les dimensions relatives des diverses parties d'un haut-fourneau varient relativement à trois causes principales : la quantité du vent que l'on peut y lancer, la nature des minerais et celle du combustible, et la nature de la fonte que l'on veut obtenir.

A mesure que le perfectionnement des MACHINES SOUFFLANTES a permis de produire un courant plus fort et plus régulier, on a augmenté les dimensions des hauts-fourneaux. Le ventre,

placé à une hauteur qui varie entre le tiers inférieur et la moitié du fourneau, est d'autant plus large que la quantité de vent est plus grande, le combustible plus difficile à brûler, et le minerai plus fusible; tandis que si l'on ne peut disposer que d'un vent faible, que le combustible brûle avec une grande facilité, comme les charbons de bois légers, et que les minerais soient réfractaires, on en diminue l'étendue, pour augmenter la température.

Les parois intérieures des hauts-fourneaux sont exposées non seulement à l'action d'une température excessivement élevée, mais encore à l'action corrosive des substances qui donnent naissance aux fondants et des fondants eux-mêmes; elles doivent donc offrir une infusibilité et une résistance d'autant plus grandes à l'altération par les fondants, que l'action de ces causes est plus grande. Quelle que soit la nature des matières employées, et la quantité du vent, qui offrent à cet égard de très grandes différences, il est évident que toutes les parties du fourneau ne sont pas soumises à des causes d'altérabilité d'une égale intensité; ainsi au gueulard, par lequel les matières sont introduites dans le fourneau, la température est peu élevée; dans la cuve, elle va en s'augmentant; aux étalages, elle devient plus grande; et enfin, dans l'ouvrage, elle est arrivée à son plus haut degré. Le creuset, qui reçoit la fonte et les laitiers, se trouve également soumis à une action fortement destructive. C'est pour les parties les plus exposées à ces causes d'altération que doivent être employées les matières les plus réfractaires et les plus résistantes, et l'on ne saurait jamais y en faire entrer qui possèdent ces caractères à un trop haut degré.

L'infusibilité des pierres qui composent le creuset n'est pas la seule qualité importante qu'elles doivent avoir, il faut également qu'elles ne soient pas susceptibles de s'exfolier. Les pierres calcaires, soumises à une haute température, perdent leur acide carbonique, et donnent de la chaux qui n'a plus aucune solidité; on ne peut donc les employer pour ce genre de construction; les grès réfractaires sont très employés, et quelquefois on fait usage de diverses variétés de granit; mais il faut rejeter celles qui renfermeent beaucoup de mica, d'am-

phibole ou d'oxide de fer, qui les rendraient plus fusibles. Le seul inconvénient des grès est la grande dureté qu'ils offrent souvent, et la difficulté de les travailler.

Quelle que soit d'ailleurs la nature des pierres employées, elles doivent être aussi parfaitement sèches que possible, l'humidité dont elles seraient pénétrées étant une cause de profonde altération.

Dans quelques circonstances, et pour des fourneaux au charbon de bois, le manque de pierres convenables a fait adopter l'usage d'un mélange de sable et d'argile réfractaire, qui sont battus, en mélange légèrement humecté, dans des cadres en bois; mais l'expérience a prouvé que la résistance de cette espèce de mortier ne suffit pas pour les fourneaux au coke. Dans le cas où ce moyen est employé, il est toujours indispensable de donner une plus grande solidité à la partie antérieure du creuset, que l'on construit toujours avec une pierre, à cause des altérations auxquelles le travail dans le creuset exposerait infailliblement cette partie.

Plusieurs pierres sont nécessaires pour composer le creuset; mais il faut réduire leur nombre le plus possible, parce que chaque joint offre une chance nouvelle de détérioration.

Suivant que le fourneau est à une ou deux tuyères, la disposition et le nom des parties latérales dont il est composé changent : une tuyère unique est placée à droite; la partie opposée s'appelle *contrevent;* la partie postérieure prend le nom de *rustine*, et la partie antérieure celui de *tympe.*

La pierre de fond, posée sur une couche de sable, reçoit successivement la *rustine*, qui est toujours légèrement inclinée d'avant en arrière, et d'autant plus que les minerais sont plus fusibles et les charbons plus denses; les *costières*, qui sont le plus ordinairement de deux pierres, ou *arrière* et *avant costières;* sur la costière de droite on place la tuyère, s'il n'y en a qu'une, et la pierre du contrevent du côté gauche; quand il y a deux tuyères, les constructions sont semblables des deux côtés; une large pierre, nommée *dame*, s'appuyant sur les costières, ferme la partie antérieure en laissant au-dessous d'elle une ouverture dont la hauteur dépend de la dimension à donner au creuset; les bords des costières, qui s'avancent au dehors, sont

réunies par une autre pierre ou *damm*. Par ces dispositions, le creuset se trouve divisé en deux parties, l'une placée au-dessous de l'ouvrage, et l'autre extérieure. Comme il est indispensable de travailler de temps à autre dans le creuset, l'ouverture entre la *damm* ou *dame* et la tympe doit permettre de passer les ringards nécessaires pour cette opération.

Il est nécessaire de recouvrir la tympe d'une forte plaque de fonte pour la préserver des trop fortes alternatives de température, et pour qu'elle ne se dégrade pas trop facilement. Cette plaque est soutenue par une barre de fer d'un fort équarrissage.

On construit aussi le creuset avec des briques réfractaires, mais le nombre considérable de joints que nécessite ce genre de construction présente des chances d'altération plus faciles.

L'ouvrage et tout le reste de la chemise intérieure du fourneau sont construits en briques réfractaires; autrefois on se servait de briques de la forme ordinaire, aux assises desquelles on donnait une retraite suffisante, suivant la forme intérieure; mais il est de beaucoup préférable, comme on le fait maintenant, de donner à ces briques la forme que présente cette courbure elle-même; cela nécessite, à la vérité, la fabrication d'une assez grande variété de briques de formes différentes, mais ce léger inconvénient est bien racheté par la solidité qui résulte de leur emploi, et la facilité avec laquelle se posent les assises, dont chacune a un courbe particulière.

L'épaisseur d'une brique ordinaire ne suffirait pas pour le revêtement, plusieurs sont nécessaires pour cet usage; mais quand on fait des briques exprès, on leur donne une longueur qui permet de n'en employer qu'une seule, ce qui offre encore beaucoup d'avantages.

Les ouvriers qui construisaient autrefois les hauts-fourneaux étaient dans l'usage de donner toujours une inclinaison à la construction intérieure relativement à l'axe. Cette disposition a des inconvénients qui doivent la faire rejeter, parce qu'il en résulte toujours une altération plus grande de l'une des parties du revêtement, ce qui en compromet la solidité.

La forme pyramidale de l'intérieur d'un haut-fourneau était beaucoup plus difficile à obtenir que celle des surfaces de rota-

tion actuellement adoptées, que l'on obtient au moyen d'un calibre ou Gabari mobile sur un axe central. Les deux cônes doivent être réunis par un angle le moins aigu possible, ou même mieux par une courbe.

Il est bien évident que la construction dont nous venons de nous occuper ne pourrait se maintenir seule, et qu'elle doit être affermie par un muraillement extérieur construit en pierres calcaires, et qui doit avoir une grande solidité.

Le plus ordinairement, et tous les fourneaux anciens étaient construits de cette manière, la forme extérieure est celle d'une pyramide quadrangulaire tronquée ; des chaînes de pierres de gros appareil en forment les angles; au lieu de continuer cette construction jusqu'au gueulard, on lui donne quelquefois, au-dessus de la hauteur du ventre, la forme d'un cône plus léger que la pyramide, et quelques hauts-fourneaux ont même cette forme depuis leur base. Mais alors le muraillement est fait avec des briques ordinaires.

En Angleterre, un certain nombre de hauts-fourneaux ont été construits, comme les fourneaux à la Wilckinson, avec une enveloppe en fonte, dans l'intérieur de laquelle on établit la chemise en briques réfractaires. Ces fourneaux, très faciles à construire, se refroidissent encore plus facilement que ceux dont l'enveloppe conique est en briques.

Pour maintenir l'écartement dans les hauts-fourneaux dont la forme extérieure est pyramidale, on fait usage de tirants passant au travers du massif, et de clefs; les fourneaux coniques sont maintenus par le moyen de cercles en fer boulonnés.

Si la légèreté de la construction doit conduire à l'adoption de la dernière forme, le refroidissement plus considérable auquel elle donne lieu doit faire préférer la première, au moins jusqu'au-dessus de la hauteur du ventre; c'est ce qu'on fait dans beaucoup de cas.

Pour un fourneau de 37 pieds anglais ($11^m,27$) de hauteur, on emploie 164,725 briques dont 16,000 briques communes; pour le massif, 3,900 briques réfractaires pour la chemise et 825 de même nature pour les étalages.

Il y a cinq espèces de briques réfractaires pour la chemise et neuf pour les étalages; leur dimension est de 6 pouces an-

glais (0^m,152) d'épaisseur, leur forme celle d'un voussoir, pour un fourneau dont les étalages ont 7 pieds anglais (2^m,133) de largeur à la pente, 4 pieds de diamètre à la base (1^m,229) et 11 pieds 6° au ventre (3^m,50).

N°	Nombre de briques.	Largeur.			Plus grande largeur.		Moindre largeur.		Epaisseur.	
		p.	pouc.	mèt.	pouc.	mèt.	pouc.	mèt.	pouc.	mèt.
1	26	2	4	= 0,711	9 «	= 0,228	7 3/4	= 0,196	6	= 0,152
2	34	2	1	= 0.635	9 «	= «	7 1/2	= 0,190	id.	= id.
3	34	1	10	= 0,559	8 1/2	= 0,215	6 1/2	= 0,162	id.	= id.
4	34	1	7	= 0.487	8 1/2	= «	5 3/4	= 0.146	id	= id.
5	34	1	4	= 0,406	8 «	= 0,203	8 1/2	= 0,215	id.	= id.
6	451	1	2	= 0,355	id.	= id.	id.	= id.	id.	= id.
7	76	1	«	= 0,305	id.	— id.	id.	= id.	id.	= id.
8	135	9	«	= 2,438	id.	= id.	id.	= id.	id	= id.
9	76	9	«	= id.	id.	= id.	id.	= id.	id.	= id.

Le muraillement est séparé de la chemise intérieure par un espace que l'on remplit avec des fragments de briques, des cendres, du sable, qui empêchent le refroidissement auquel donnerait lieu la masse d'air qui s'y trouverait renfermée ; pour éviter tous les inconvénients qui résulteraient de l'humidité, on pratique dans ce muraillement un grand nombre de canaux qui pénètrent jusqu'à la surface extérieure de la chemise.

Le gueulard du fourneau est garni d'une plaque de fonte qui le maintient; il est souvent à la hauteur de la plate-forme ; mais des accidents graves pouvant résulter de cette disposition, il est toujours préférable de l'élever au-dessus, de 75 centimèt. au moins, hauteur qui facilite même le travail du chargement, toutes les fois qu'il se fait au moyen de paniers. Dans quelques cas, une cheminée s'élève au-dessus de la plate-forme à une hauteur de 2 mètres au moins, et présente seulement, sur l'un de ses côtés, une ouverture pour le chargement, jusqu'à laquelle arrivent les brouettes destinées à conduire le combustible, le minerai et les fondants.

Quand les localités le permettent, et que le minerai et le charbon sont amenés d'une hauteur plus ou moins considérable sur la pente d'une colline, le haut-fourneau, placé à une certaine distance, est mis en communication avec cet emplacement par une galerie horizontale, sur laquelle on charrie, par le moyen de brouettes, les matières à traiter ; mais un four-

neau ne doit jamais être adossé immédiatement à une montagne, à cause de l'humidité qu'il en peut recevoir.

Quand les dispositions locales ne permettent pas de faire arriver au gueulard les matières à traiter sur un plan horizontal, on a recours à un plan incliné, sur lequel des machines très simples les conduisent avec facilité. Ces machines sont très importantes et applicables à beaucoup de cas analogues; nous décrirons celle qui était employée au haut-fourneau de Vienne (Isère). Une corde sans fin est fixée à deux wagons qui roulent sur des rails; l'un rempli de combustible, de fondants ou de minerai, monte pendant que l'autre descend; au moyen d'une manivelle, on change à volonté le mouvement; le wagon arrivé sur la plate forme est poussé jusqu'auprès du gueulard, et y dépose son contenu; ou bien il est remplacé par un autre vide, qui retourne vers la partie inférieure pour être rempli.

Le mouvement est imprimé au système par le moyen d'une roue d'angle, que fait agir la force motrice employée; par exemple, la machine à vapeur.

Le wagon peut déposer son contenu sur la plate-forme du gueulard ou être poussé sur des rails jusqu'au-dessus de l'ouverture pour s'y vider. Dans le premier cas, arrivé sur la plateforme, il n'y séjourne que le temps nécessaire pour qu'il se vide; dans le second, il y est gardé quelque temps, et remplacé par un wagon vide. Pour que le déchargement s'opère avec la plus grande facilité possible, le wagon porte inférieurement une ouverture que ferme une plaque mobile.

Une manivelle placée à l'engrénage permet d'embrayer et de débrayer à volonté l'une des roues d'angle, de manière à produire l'ascension et la descente alternative des wagons.

Pour ne pas faire de double emploi de figures, nous réunirons ici tout ce qui a rapport au haut-fourneau.

Fig. 29, coupe parallèlement aux tuyères; fig. 30, coupe perpendiculairement aux tuyères. Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets.

A fondations, B embrasures des tuyères, C embrasure de la tympe, D muraillement, E cheminée, F intervalle rempli de fragments de briques, G plate-forme, H creuset, I ouvrage, K étalages, L cuve, M gueulard, N cheminée du gueulard,

Fig. 29.

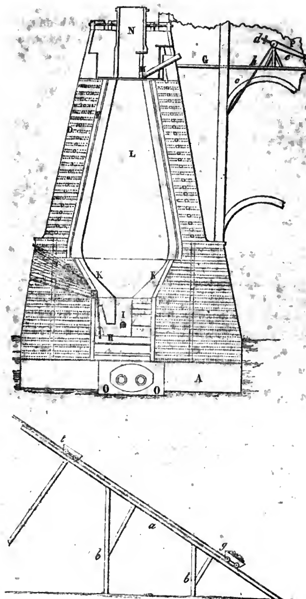
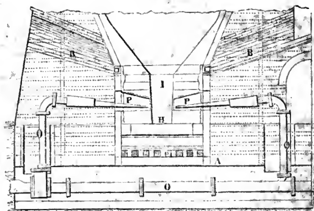


Fig. 30.



O tuyaux de la machine soufflante, P buse, Q plan incliné destiné à conduire le wagon jusqu'au gueulard pour qu'il y verse son contenu.

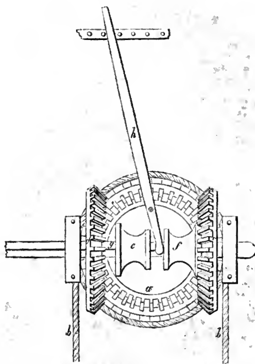
a plan incliné; fermes placées en divers points *b b*; *c* cordes transmettant le mouvement imprimé par le moteur; *d* système d'embrayage pour le mouvement des wagons; *e* corde conduisant les wagons; *f* wagon vide descendant; *g* wagon plein montant; *h* plate-forme.

Fig. 31. Système d'embrayage.

a roue oblique, fixée à l'extrémité de l'arbre sur lequel s'enroule la corde *b* attachée aux wagons; *c d* roues d'angles engrenant avec la première; *e f* poulies folles, à volonté, sur lesquelles passent les cordes fixées au moteur; *g* carré d'embrayage de la poulie *e*; *h* levier destiné à faire embrayer à volonté l'une ou l'autre des poulies pour monter et descendre alternativement les wagons; on le fixe sur un râtelier.

Des combustibles. — Le seul combustible employé pendant long-temps pour le travail du fer au haut-fourneau fut le charbon de bois, il n'y a pas cinquante ans qu'on a commencé, en Angleterre, à se servir de coke, et c'est tout récemment que l'on a cherché à y substituer d'une manière suivie les combustibles crus, houille ou bois.

Fig, 31.



Toutes les espèces de bois ne sont pas également favorables pour produire du charbon pouvant servir au travail du haut-fourneau; sans faire attention à la division botanique à laquelle ils appartiennent, on peut les diviser, relativement à leur facilité à brûler, en bois durs, comme le chêne, le hêtre, le charme, le bouleau, l'orme et le châtaignier, et en bois tendres, qui sont particulièrement le pin, le sapin rouge et blanc, le mélèze, le tilleul, le saule et le peuplier.

La même espèce de bois présente des variations de propriété assez considérables, suivant la nature des terrains sur lesquels elle s'est développée.

S'il est important, dans tous les cas où l'on veut fabriquer du charbon, de faire attention à l'état et à la nature du bois dont on se sert, c'est plus particulièrement quand le charbon doit

être employé à l'industrie du fer que cette nécessité se fait le plus sentir : les bois trop vieux, altérés et humides, donnent du charbon léger et qui développe peu de chaleur ; le charbon provenant du bois trop récemment abattu donne également peu de chaleur ; quant aux proportions de cendres que fournissent les bois, ceux qui sont pourris en donnent beaucoup plus que les bois sains ; cette différence a peu d'inconvénients, parce que les cendres du bois ou des charbons qui en proviennent sont, par les sels alcalins qu'ils renferment, de bons fondants ; il en est tout autrement pour d'autres combustibles, comme la houille.

A poids égaux, les charbons de bois durs développent la même quantité de chaleur que ceux de bois tendre ; mais à volumes égaux les premiers en fournissent davantage : la densité exerce ici une grande influence, mais elle est beaucoup moins sensible avec des charbons obtenus en meules que pour ceux qui sont fabriqués par distillation : les premiers fournissent leur chaleur dans un espace très restreint, tandis que les charbons provenant de la distillation, renfermant plus de produits volatils, leur combustion totale n'a lieu que dans un espace plus étendu ; en outre, comme nous l'avons vu à l'article Carbonisation, les charbons provenant de la distillation brûlent beaucoup plus facilement que les autres, et comme on ne profite jamais, dans les appareils des arts, de toute la chaleur développée par le combustible, la quantité perdue augmente beaucoup avec la rapidité de la combustion.

Par suite de leur différence de combustibilité, les charbons ne peuvent être brûlés dans le haut fourneau avec un vent égal : plus le charbon est léger, moindre doit être le vent ; il en résulte que les charbons légers ne peuvent servir au traitement des minerais très réfractaires.

Nous devons cependant faire observer que la calcination en vases clos peut donner de très bons charbons pour le haut-fourneau, et que Reichenbach à Hijflau (V. Carbonisation) obtient par ce procédé une grande quantité de charbon destiné à l'approvisionnement des nombreux hauts-fourneaux de la localité ; mais ces charbons, fabriqués dans de vastes appareils où le bois n'éprouve l'action de la chaleur que d'une manière

successive, sont bien différents de ceux que produit l'action subite d'une chaleur rouge; ainsi, quand on dit généralement que les charbons faits par distillation à vases clos portent moins de minerais et produisent moins avantageusement la température convenable, on ne peut l'entendre que des charbons légers provenant d'une action subite de la chaleur sur le bois.

Le charbon exposé quelque temps à l'air absorbe de l'humidité, mais sa proportion n'est nullement nuisible pour l'opération qui nous occupe, quoiqu'une certaine quantité de chaleur soit nécessaire pour la volatiliser; mais si le charbon a été humecté par la pluie, et surtout refroidi avec de l'eau au sortir des fourneaux, son emploi offre des inconvénients réels. Les charbons légers, surtout ceux qui sont fabriqués à vases clos par une calcination subite, en absorbent de plus grandes quantités. Pour diminuer autant que possible les inconvénients qui résultent de cette cause, la *halle* dans laquelle on conserve le charbon doit être aussi bien abritée que possible des eaux pluviales ou d'inondation.

Des minerais. — *Préparations préliminaires.* Nous avons vu au commencement de cet article quelles sont les diverses variétés de minerais employés pour l'extraction du fer; les unes se présentent sous la forme de masses plus ou moins volumineuses, accompagnées de gangues dont la quantité est très variable, et exigent pour préparation un bocardage, un *cassage* et un *lavage*. Voyez Cassage, Machine a pilons et Préparation des minerais. D'autres, comme les minerais en grains ou empâtés dans une masse friable, n'exigent qu'un lavage qui sépare une grande partie de cette matière étrangère; ce lavage s'opère ordinairement au moyen de *patouillets*, dans lesquels le minerai est à la fois broyé et lavé suivant les besoins.

Quelles que soient les opérations préliminaires auxquelles on soumet les minerais, on les amène à ne plus contenir de gangues que la portion que l'on ne saurait en séparer avec économie, ou que l'on reconnaît nécessaire pour la fusion; on les réunit ensuite sur le chantier du fourneau s'ils n'ont pas besoin d'être grillés. Dans le cas contraire, on les soumet à cette

nouvelle préparation, dont il est important de bien apprécier l'action.

Grillage des minerais et exposition à l'air. Un certain nombre de minerais renferment des sulfures et des arséniures que l'action de l'air à une température élevée décompose plus ou moins complétement; c'est pour parvenir à ce but que l'on soumet divers minerais au grillage et à l'action long-temps continuée de l'air et de l'humidité; mais, dans la plupart des cas, le grillage n'a pour but que de chasser de l'eau ou de diminuer la cohésion des minerais et de les rendre plus facilement fusibles; l'action prolongée de l'air produit souvent très bien le second effet; mais en outre le fer passe fréquemment à un état d'oxidation plus avancée que celui où il se trouvait.

Autant le grillage bien fait peut devenir utile, autant il aurait d'inconvénients s'il était porté trop loin, par exemple, jusqu'à fritter le minerai, qui deviendrait alors trop difficile à traiter, et ne fournirait que des fontes blanches, quelle que fût la nature de celle qu'il aurait pu donner s'il n'avait subi aucun grillage.

Les minerais hydratés ou carbonatés exigent presque toujours un grillage préliminaire; la vapeur d'eau et l'acide carbonique qu'ils perdent refroidissent le fourneau, et peuvent donner lieu à des dérangements analogues à ceux qui résulteraient de l'emploi d'une trop forte proportion de minerai.

L'exposition à l'air exerce dans certains cas une action très utile en déterminant la séparation des produits nuisibles que le grillage ne pourrait en éliminer; par exemple, les pyrites de fer seules ou mêlées de magnésie se transformant peu à peu en sulfates solubles que les eaux pluviales entraînaient; les minerais gagnent beaucoup en qualité par cette seule cause.

Comme les diverses couches ou les amas de minerais ne sont pas toujours d'une richesse semblable, en les supposant de la même composition chimique, et qu'ils sont disposés sur le chantier de manière à fournir des couches à peu près de même nature, si on les enlève de même par couches pour les porter au fourneau, la richesse des charges peut varier d'une manière très marquée à chaque fois que l'on change de couche; dans ce

cas, il est bon d'attaquer les tas par couches verticales qui fournissent à peu près une moyenne des divers lits.

Les minerais carbonatés soumis au grillage et les hydrates se transforment en oxide, en perdant leur eau ou leur acide carbonique, et diminuant par conséquent de poids; mais les fers oxidulés en gagnent, au contraire, en passant à un degré d'oxigénation plus avancé.

Il est difficile d'indiquer quelque chose de bien général sur les conditions à remplir dans le grillage, parce que la nature des minerais, surtout relativement à leur fusibilité, et celle des combustibles, est très variable; c'est toujours par couches alternatives que l'on dispose le minerai et le combustible; l'on choisit pour cet objet des branchages, de petits charbons, de la houille menue, du coke, etc., et l'on a soin de disposer les couches de manière à ce que la flamme puisse pénétrer par toute la masse. Le grillage s'exécute aussi dans des fourneaux à réverbère ou dans des fours coniques analogues à divers fours à chaux (voyez ce mot). Au mot Préparation des minerais, on entrera dans les détails nécessaires sur cette opération.

Il est presque impossible, quel que soit le mode suivi, que le minerai soit également grillé; on sépare les parties qui ont besoin d'une nouvelle action de la chaleur, pour les faire entrer dans une nouvelle opération; mais comme ils ont cependant déjà subi un premier degré de grillage, on les place ordinairement dans les couches supérieures, quand on grille en tas.

Il est très important que les fragments de minerais que l'on veut griller ne soient pas d'un volume trop considérable, la chaleur ne pouvant les pénétrer que trop difficilement; mais s'ils étaient trop petits, ils obstrueraient les courants d'air, et pourraient même les arrêter plus ou moins complétement.

Après le grillage, tous les minerais sont devenus friables; quoiqu'au moment de leur extraction ils aient pu être soumis au cassage, on renouvelle quelquefois cette opération, qui est alors très facile; il faut la conduire de manière à ne pas trop diviser la matière.

Fondants. Si un certain nombre de minerais sont susceptibles de fondre directement dans le haut-fourneau, la plupart

exigent qu'on les mélange avec une plus ou moins grande proportion de fondants, de manière à obtenir un laitier suffisamment fusible, et aussi peu propre que possible à retenir de l'oxide de fer. Dans quelques circonstances, les fondants ont encore un autre rôle à remplir, ils sont destinés à retenir quelque principe nuisible à la qualité de la fonte ou du fer; par exemple, un excès de carbonate de chaux détermine la formation de sulfure de calcium, et prive ainsi la fonte d'une partie du soufre qu'elle aurait pu contenir.

La plupart des minerais fusibles sans addition sont des peroxides hydratés granulaires; la plus grande partie de ceux qui exigent des fondants contiennent des gangues siliceuses pour lesquelles il est nécessaire d'ajouter du carbonate de chaux connu sous le nom de *castine;* un petit nombre de minerais renferment une gangue formée de silice et de chaux, et demandent un mélange d'une argile siliceuse, que l'on connaît sous le nom d'*erbue* ou *arbue*.

La nature d'un laitier dépendant naturellement de la bonne proportion des fondants employés, il est indispensable de connaître la composition exacte de ceux-ci, si l'on ne veut s'exposer à des tâtonnements qui peuvent même devenir très nuisibles.

La plupart des CALCAIRES renferment de la silice ou de l'alumine, soit en grains, soit intimement mêlées ou combinées; dans le premier cas, elles se dissolvent dans l'acide hydrochlorique étendu, en laissant un résidu sableux que l'on doit peser pour déterminer la proportion de castine à employer, puisque ce sable s'ajoute à la silice du minerai; si le résidu du traitement par l'acide était gélatineux, la silice se trouverait combinée à l'état de silicate.

Quoique répandus avec profusion dans une foule de localités, les calcaires ne se rencontrent pas partout où l'on exploite des minerais de fer à gangues siliceuses, quelquefois il faut se les procurer de distances considérables, et leur prix peut devenir alors trop élevé; si, dans ce cas, et même dans d'autres plus favorables relativement à la castine, on peut se procurer sur le lieu ou dans des lieux assez rapprochés, des minerais carbonatés trop pauvres pour être traités seuls, on peut les faire

servir comme fondants, et l'on y trouve cet avantage, qu'en déterminant la fusion du minerai, ils y portent une quantité de fer qui n'est nullement à dédaigner. J'ai eu occasion de faire cette application aux minerais de la Voulte (Ardèche), que l'on traitait alors au haut-fourneau de Vienne (Isère). La castine, manquant sur les lieux, était tirée d'une assez grande distance; elle était très mêlée de sable siliceux; le minerai, portant une gangue siliceuse et donnant 60 0/0 de fer, était très réfractaire et exigeait une grande proportion de castine; le haut-fourneau, de 20 mètres de hauteur, ne fournissait au plus que 2,000 kilog. de fonte par vingt-quatre heures; en y mêlant un fer carbonaté qui ne donnait que 8 à 10 0/0 de fer, et réduisant le rendement à 40 0/0, on a pu obtenir jusqu'à 5,000 kilog. de fonte dans le même temps.

Mise en feu d'un fourneau. La masse considérable de matériaux qui entrent dans la construction des hauts-fourneaux, la température excessivement élevée à laquelle ils doivent être soumis, les inconvénients extrêmement graves qui résultent de la cessation du travail, exigent de grandes précautions pour amener un semblable appareil jusqu'à la production de la fonte.

Quelle que soit la nature du combustible, une marche générale est également suivie pour élever la température du fourneau, mais la différence de combustible amène nécessairement des différences dans les détails de l'opération.

Pour un haut-fourneau au bois, la dame n'étant pas encore placée, après avoir fermé l'ouverture ou les ouvertures de tuyère, on fait un peu de feu de bois sec en avant du creuset, et quand la dessiccation est suffisamment avancée, on place dans l'avant-creuset un peu de charbon en combustion, que l'on recouvre de charbon noir, dont on charge successivement de nouvelles quantités à mesure qu'il s'allume, et de manière à remplir le fourneau en entier. Si le fourneau a déjà servi, et que la chemise seule ait été rétablie, on peut laisser agir un faible courant d'air par la tympe; dans le cas contraire, on ferme celle-ci avec des briques ou des pièces de fonte. Dans le premier cas aussi on peut commencer à charger de très petites quantités de minerai et de fondant, de fondant ou de scories

seuls; et dans le second on continue pendant plusieurs jours à charger du charbon avant d'y ajouter du minerai.

Une méthode plus parfaite, employée dans quelques localités, en Suède, consiste à placer la dame, à enduire tout l'ouvrage d'une couche de 4 à 5 millimètres de laitier, de chaux et de scories de forges délayées dans l'eau, sur laquelle on place des briques ordinaires de champ. L'ouvrage étant rempli de charbon noir, on en introduit dans l'avant-creuset une petite quantité en combustion, et quand la combustion s'est suffisamment propagée, on ferme exactement toutes les ouvertures. On remplit le fourneau de charbon, et si la combustion se propage trop lentement, par exemple, pour un fourneau de 7 à 8 mètres, si elle est plus de trois jours à parvenir jusqu'au gueulard, on passe sous la tympe un canon de fusil dont on fait pénétrer l'extrémité jusqu'au centre; on charge du charbon par le gueulard à mesure qu'il brûle, et chaque jour on nettoie le creuset et on couvre d'une plaque de fonte l'avant-creuset, dans lequel on tire le charbon allumé; quand il ne se dégage plus de vapeur par les canaux, on débouche les ouvertures, et on commence à donner le vent et à charger comme précédemment; pour augmenter l'effet de la chaleur on ferme quelquefois auparavant le gueulard avec une plaque de fonte. Les briques que l'on a placées sur les parois tombent en se ramollissant, et sont facilement retirées du creuset.

Dans quelques localités, après avoir placé la dame, on remplit le fourneau de charbon et on allume le feu par le gueulard, que l'on couvre d'une plaque de fonte percée de quelques trous; mais, quand les cuves sont neuves, la combustion s'arrête souvent à plusieurs reprises, et ne peut être renouvelée qu'en allumant le gaz au gueulard; les détonations provenant de leur combustion se propagent jusqu'au creuset, et donnent lieu à des inconvénients graves.

Pour les hauts-fourneaux au coke, on allume d'abord un feu de houille en avant du fourneau, et on l'approche successivement de l'avant-creuset; au bout de huit jours environ on jette un peu de coke embrasé dans le creuset, et on charge successivement; toutes les six heures on nettoie le creuset en

soutenant le coke au-dessus au moyen d'une plaque de fonte et de ringards contre-pesés à l'extérieur, et posant sur la rustine. Quand le coke est embrasé jusqu'au gueulard, on fait de petites charges de chaux et ensuite de minerai mêlé de fondants et de scories, et on donne le vent; quand la chaux arrive aux tuyères, on nettoie le creuset, on place la dame, et le vent est augmenté successivement et ne doit arriver à son maximum qu'au bout de huit jours.

On peut encore, pour un fourneau neuf, diminuer les chances défavorables de la dessiccation, en faisant du feu dans les canaux que l'on ménage de la sole au gueulard, afin de sécher la maçonnerie.

Conduite des fourneaux. — Quand les laitiers commencent à paraître dans le creuset, on le nettoie avec soin, pour les fourneaux à coke surtout, à cause de la viscosité des scories, mélangées de petits charbons et de cendre. Quand le creuset est rempli de fonte, on fait la première coulée.

Dans les hauts-fourneaux alimentés au charbon de bois, les premières fontes sont quelquefois grises; mais pour celles au coke, elles sont toujours blanches, deviennent ensuite truitées, et enfin grises, si la marche est bonne.

La combustion et la fusion des matières chargées au gueulard donnent nécessairement lieu à un vide que l'on doit remplir avec soin pour éviter les refroidissements qu'occasionnent toujours les charges. Pour les fourneaux au charbon de bois, on mesure au moyen d'un outil en fer coudé, appelé *bécasse*, la descente des charges; et le chargeur doit avoir soin de ne pas laisser le vide s'augmenter au-delà de la mesure, afin qu'une charge de combustible, de minerai et de fondants, le comble complétement; les fourneaux au coke ayant une beaucoup plus grande dimension au gueulard, on les charge par plusieurs points, et le seul soin à prendre est de les tenir toujours remplis.

Les minerais traités d'une manière convenable peuvent être mesurés ou pesés; dans le premier cas, on ne porte au fourneau que des quantités variables de matières, parce que, suivant la grosseur des fragments, ils se tassent plus ou moins dans la mesure, et surtout parce que, suivant leur richesse, ils

représentent des quantités différentes. La pesée est donc de beaucoup préférable. On pèse également la castine.

Pour le charbon, au contraire, le mesurage doit être préféré, parce que le charbon étant plus ou moins humide, le poids de l'eau qu'il renferme représenterait une partie de combustible, et parce que les charbons lourds ne sont pas toujours les meilleurs.

Le meilleur moyen de mesurage consiste dans l'emploi de cylindres en tôle, montés sur des galets, dont le fond mobile permet de répandre le charbon sur le point où il doit être porté. Autrefois on se servait de paniers en osier, ou *rasses*, qui ne peuvent permettre aucune régularité.

Le coke se mesure encore avec plus de facilité.

Le volume ou le poids des charges varient suivant les dimensions du fourneau et la nature du combustible; elles ne doivent jamais être trop considérables, parce qu'elles refroidiraient la partie supérieure du fourneau; mais si elles étaient trop faibles, elles seraient facilement déplacées par le minerai et les fondants.

S'il est d'une grande importance de ne pas mêler des charbons de bois légers et de bois durs, il l'est également d'employer un combustible dont les fragments soient d'un volume à peu près égal, pour éviter la descente inégale des charges; d'un autre côté, le volume des morceaux de charbon exerce aussi une grande influence: si leur dimension est trop petite, ils obstruent plus ou moins le passage de l'air; trop volumineux, le minerai peut facilement passer dans les intervalles qui les séparent, et produire des effets fâcheux.

Le coke, pourvu qu'il provienne des mêmes couches de houille, offre moins de différences que le charbon de bois.

La quantité de combustible brûlé dépend de sa nature et de celle du minerai, mais plus encore de la quantité de vent que l'on peut introduire dans le fourneau; le nombre de charges de minerai, de fondants et de combustible à introduire dans un temps donné, ne peut donc être réglé d'une manière rigoureuse, mais il est d'autant plus grand que le vent est plus fort.

Nous n'aurons pas à nous occuper ici des dispositions à donner aux MACHINES SOUFFLANTES; nous renvoyons à l'article sur

ce sujet; nous avons seulement à considérer la quantité de vent qu'elles doivent fournir.

Un fourneau au charbon de bois, de 6 à 7 mètres de hauteur, reçoit à peu près 600 pieds cubes (170 mètres) d'air par minute; un fourneau à coke, de 18 à 20 mètres, en exige jusqu'à 2,400; la plus grande cohésion de ce combustible, la difficulté qu'il offre à brûler, exigent le contact d'une plus grande quantité d'oxigène, et, par conséquent, augmentent beaucoup la température; de sorte que lorsqu'on en fait usage, on peut fondre facilement des minerais qu'il serait difficile de traiter par le charbon de bois.

Dans les fourneaux au charbon de bois on n'employait autrefois qu'une seule tuyère. Les fourneaux au coke ne pourraient marcher de cette manière; il y en a toujours deux, et même on en emploie quelquefois trois dans certains fourneaux, en Angleterre. Le travail est beaucoup plus régulier avec deux tuyères qu'avec une seule, parce que le vent se répand plus uniformément, et que la forme intérieure du fourneau éprouve moins d'altération; tandis qu'avec une seule tuyère la partie du contrevent est toujours plus exposée à l'action de la chaleur que celle de la tuyère; il en résulte en outre que les charges ne descendent pas également, ce qui donne lieu à l'un des plus grands inconvénients que puisse présenter ce genre de travail.

A mesure que la fusion des minerais a lieu, la fonte et les laitiers descendent vers la partie inférieure du fourneau, et tombent dans le creuset; le laitier, plus léger, surnage et recouvre complétement la fonte; l'excès doit s'écouler sur la dame; mais, dans beaucoup de cas, sa viscosité oblige à le *haler*.

Quand le creuset est presque complétement rempli, ou après un temps fixe, comme toutes les douze heures, par exemple, on fait la coulée en perçant la masse de sable, que l'on tasse dans l'ouverture, ce qui est quelquefois très difficile, si l'on n'a pas bien nettoyé celle-ci à la précédente opération, ou que les laitiers aient été visqueux; pour diminuer cet inconvénient, on ferme l'ouverture avec de la terre mêlée de poussière de char-

bon ou de houille, que l'on y tasse fortement pour éviter les fuites qui se produiraient.

La fonte est habituellement coulée dans des rigoles que l'on pratique dans le sable même de l'atelier, pour être convertie en *gueuses* ou en *gueusets ;* quelquefois on la reçoit dans des moules préparés, comme nous l'avons vu à l'article FONDEUR.

En arrivant très chaudes dans le sable grossier qui forme le sol de l'atelier, certaines espèces de fonte surtout s'en pénètrent, et cette matière étrangère leur donne souvent de mauvais caractères pour l'affinage; on peut éviter cet inconvénient en coulant la fonte dans un canal formé de plaques de fonte ou en mêlant le sable avec du poussier de charbon ou de coke; dans le premier cas, la fonte éprouve une trempe, qui, pour diverses variétés, rend l'affinage plus difficile.

Pendant chaque coulée, on arrête le vent des soufflets, que l'on ne rend qu'après avoir nettoyé le creuset en enlevant les portions de fonte plus ou moins affinées qu'il peut renfermer.

Les diverses variétés de fonte en s'écoulant présentent des aspects différents, qui peuvent faire juger à peu près de leur nature.

Pour les fourneaux au bois, la *fonte grise* provenant d'un fourneau bien chaud est bien liquide et rouge-blanc, sans veines, les gueuses ont des arêtes vives, et la surface est plane.

Du graphite se sépare à la surface des fontes grises obtenues avec des minerais fusibles; elles deviennent blanches lorsqu'on les refroidit rapidement; les minerais réfractaires fournissent une fonte qui ne devient pas blanche par un refroidissement subit, et elles fournissent peu de graphite.

La *fonte truitée* est très éclatante, rougeâtre; on aperçoit à sa surface des taches moins brillantes et des soufflures; elle se refroidit promptement, et sa surface est concave ou convexe.

La *fonte blanche* est très liquide, a un grand éclat, lance des étincelles brillantes, s'épaissit rapidement; la surface est concave et quelquefois convexe et les arêtes mousses; elle adhère fortement au fer et au sable.

La *fonte grise* des fourneaux à coke est très liquide, coule facilement, et se moule très bien; on aperçoit à sa surface des

points brillants dont le mouvement est très rapide ; sa couleur est vive, rouge-blanc avec un reflet rougeâtre; elle présente des arêtes vives et une surface plane.

La *fonte truitée* a une couleur plus jaune, un reflet moins rouge; elle est plus épaisse, à arêtes moins vives; on aperçoit souvent à sa surface des soufflures.

La *fonte blanche* est épaisse, très peu éclatante; elle lance des étincelles.

Signes indicatifs de l'allure du fourneau. — L'allure du fourneau est bonne quand la tuyère est très brillante, et que l'on ne peut immédiatement y distinguer les objets; que le laitier ne s'attache pas aux tuyères, qu'il coule facilement sur la dame, qu'il est bien fondu, d'une teinte claire, uniforme; qu'il ne sort pas de flammes par la tympe; que celle du gueulard est toujours brillante et uniforme, et que la poussière qui s'en élève en sort avec facilité et d'une manière régulière.

Le minerai se trouve chargé en trop forte proportion quand la tuyère est rougeâtre, que l'on voit facilement les matières dans l'intérieur, que le laitier se boursoufle et forme même un *né* sur la tuyère, qu'il est criblé de cavités.

Quand le minerai ou le mélange sont trop fusibles, la tuyère restant claire, le laitier se boursoufle, et forme quelquefois même un *né* que l'on distingue facilement du premier.

Lorsqu'avec une température très élevée, une bonne fonte et un bon laitier, le *né* de la tuyère devient très épais, il faut diminuer le vent et travailler dans le creuset pour éviter un engorgement, parce que la fonte s'affine.

La nature des matières employées donne aux laitiers des teintes variées, mais à mesure que les couleurs deviennent plus foncées, l'allure du fourneau devient froide, et quand les laitiers sont noirs le fourneau marche très mal. Quelquefois les laitiers sont formés de zones diversement colorées, et qui indiquent un mélange mal fait.

Les laitiers des fourneaux au charbon de bois sont généralement bien fondus et vitreux ; lorsqu'ils sont criblés de cavités, l'allure est mauvaise, et ne peut être rétablie qu'en diminuant les charges de minerais. Les laitiers des fourneaux à coke sont habituellement foncés en couleur; mais lorsqu'ils deviennent

noirs et caverneux, l'allure est toujours mauvaise, et même, si leur épaisseur oblige à les *haler* presque continuellement, ils encombrent bientôt le creuset et l'ouvrage, et si l'on ne se hâte de porter remède à cet état dangereux, on est promptement forcé de *mettre-hors*.

La marche d'un fourneau n'est bonne que quand les charges descendent régulièrement; si elles cessent de descendre, et qu'il se fasse ensuite des chutes rapides, ou que les charges descendent en s'inclinant d'un côté, il s'est formé quelque *loup;* en augmentant les charges en charbon et en laitier de ce côté, on parvient souvent à le détacher, et le fourneau reprend son allure; mais si l'effet s'accroît progressivement, et que les charges descendent seulement d'une manière plus rapide d'un côté, mais sans chutes, cet effet peut être dû à la déformation de quelque partie de la cuve ou de l'ouvrage, qui ne peut qu'augmenter, et force bientôt à *mettre-hors*.

Dans quelques circonstances, il est nécessaire de suspendre le travail pour quelque temps; on y parvient en chargeant du combustible jusqu'à ce qu'il passe seul à la tuyère, et en fermant avec soin la tympe et les tuyères, pour détruire toutes les causes de courants d'air; le gueulard peut être aussi fermé en grande partie, et dans cet état le fourneau peut rester longtemps, en ayant soin de tenir le creuset propre.

Quand des engorgements graves compromettent la marche du fourneau, on arrache quelquefois la tympe ou les tuyères pour travailler dans l'ouvrage; quelquefois même on pratique une ouverture à la poitrine du fourneau, mais ce dernier moyen ne doit être pris que dans des cas presque désespérés.

Mise-hors. Lorsque, par suite de la détérioration de l'intérieur du fourneau, soit par la déformation de quelques unes de ses parties, soit par des fissures de la chemise qui permettent à la flamme de frapper le muraillement, et en compromettent la solidité, il est indispensable d'arrêter le travail, on charge en combustible seulement, et on arrête le vent quand le charbon seul passe aux tuyères. Quand le combustible a brûlé en entier, on opère les chargements convenables; il faut toujours rétablir l'ouvrage et la partie inférieure des étalages; quel-

quefois on peut ne point toucher au reste de la chemise; dans beaucoup de cas il faut la reconstruire en entier.

On trouve toujours dans le creuset, et fréquemment dans le fourneau, des portions plus ou moins considérables de fer en partie affiné, ou *massiaux*, qui rentrent dans le travail.

La durée d'un fondage peut varier par une foule de circonstances : un accident peut forcer à *mettre-hors* après très peu de temps; mais quand le travail n'est pas interrompu par des circonstances fâcheuses, il peut durer quatre à cinq ans; on est obligé de reconstruire l'ouvrage et une partie au moins des étalages, mais la chemise elle-même peut supporter plusieurs fondages.

On parvient quelquefois à prolonger la durée du travail en réparant l'ouvrage avec de l'argile, en y déterminant des attachements de fer affiné; mais il arrive un moment où la marche du fourneau devient trop irrégulière, où la fonte est de trop mauvaise qualité, ou la quantité de combustible brûlée trop grande pour qu'il soit possible de continuer.

Affinage de la fonte. Soumise à l'action de la chaleur, la fonte se liquéfie et peut être moulée. C'est un des usages les plus utiles auxquels on puisse l'employer. Dans ce cas, elle n'éprouve pas d'altération dans sa constitution intime; mais si on l'expose à une haute température, et en même temps à l'action de l'air, le fer et le silicium s'oxident, et une proportion plus ou moins considérable de carbone se sépare sous forme d'acide carbonique ou d'oxide de carbone. On peut ainsi oxider la totalité ou la presque totalité du fer. Si la fonte, placée à une haute température, et soumise en même temps à l'action d'un courant d'air, ne reste qu'un temps convenable dans cette condition, le résultat peut en être du fer plus ou moins affiné; l'oxigène oxide d'abord une partie de la masse, et l'oxide de fer produit cède son oxigène à une autre partie de fonte, et passe à l'état métallique; c'est sur la succession et le bon emploi de ces moyens qu'est fondé l'affinage, avec cette différence, entre les procédés allemands et français et le procédé anglais, que, dans les premiers, la fonte, placée au milieu du charbon de bois qui sert de combustible, reçoit l'action d'un courant d'air forcé, tandis que, dans le procédé anglais, elle est soumise seulement, dans un es-

pace porté à une haute température, à l'action d'un fort tirage. Dans ce dernier cas, l'air n'agit sur la fonte que par voie d'oxidation; dans le premier, il la fond et l'affine en même temps qu'il fait brûler le combustible. La silice, avec une certaine quantité d'oxide de fer et d'autres bases, forme des silicates plus ou moins fusibles qui doivent être expulsés, parce qu'ils empêcheraient la soudure des parties du fer ; le martelage et le laminage sont destinés à produire cet effet; mais dans une seule chaude il ne peut être suffisamment obtenu, et la répétition de cette action améliore beaucoup le fer, par l'homogénéité qu'il produit dans la masse.

La couleur blanche de certaines espèces de fontes, la teinte grise et quelquefois noire de diverses autres, semblaient prouver que les premières renfermaient moins de charbon que les dernières, et cette opinion sur la composition des fontes était admise et paraissait même résulter de beaucoup d'analyses, quand Karsten a prouvé que l'inverse avait précisément lieu, mais que les différences tenaient à la manière dont le carbone se trouvait réparti dans la fonte. On savait cependant, par les expériences anciennes de Réaumur, que la fonte la plus grise devient très blanche quand on la refroidit subitement, et que la fonte blanche et dure peut devenir grise et douce en la soumettant à un recuit très lent dans diverses substances qui ne lui fournissent pas de carbone; mais ces faits n'avaient pas empêché d'admettre que ces fontes différaient par la quantité de carbone qu'elles renfermaient.

Le carbone existe dans la fonte à l'état de *graphite*, qui, suivant un grand nombre de circonstances, peut se trouver ou intimement réparti dans la masse, ou à l'état d'agglomérats plus ou moins volumineux. Lorsqu'il existe en trop grande proportion à ce dernier état, il se sépare de la fonte, comme on l'observe fréquemment dans les hauts-fourneaux où règne une très haute température; mais quand sa quantité est seulement convenable, il se distribue çà et là dans la masse et lui donne une teinte grise plus ou moins foncée, tandis que, répandu à un état de grande division, sa couleur disparaît et la fonte est grise.

Ces différences d'état doivent en apporter dans les propriétés de la fonte, et particulièrement dans la manière dont elle se

conduit à l'affinage, et expliquent la difficulté qu'offrent pour leur transformation en fer les fontes grises dans lesquelles le graphite est séparé et offre de la cohésion; elles s'affinent difficilement, tandis que les fontes blanches qui le renferment à un grand état de division le présentent à l'action de l'air ou des scories dans des conditions beaucoup plus favorables.

Ces faits expliquent parfaitement bien aussi l'utilité du *finage*, du *mazéage* et de la transformation en *blettes*, pour certaines variétés de fontes particulièrement.

Nous devons dire cependant que cette opinion a été combattue par M. Muller, qui admet que la fonte est une combinaison de fer et de carbure, et que les fontes grises renferment en outre du graphite;

Que, dans les fontes qui ne contiennent que peu de carbone, l'affinité du fer pour ce corps est trop forte pour qu'il puisse se séparer à l'état de graphite; ces fontes restent blanches, même après un refroidissement lent. Dans les fontes riches en carbone, au contraire, ce corps se sépare pendant la solidification de la masse, en produisant du graphite, qui donne une couleur grise à la fonte; mais, si le refroidissement est subit, le graphite ne pouvant se former, la cassure de la fonte est blanche;

Que le phosphore, le soufre. les métaux, et surtout le manganèse, empêchent la séparation du graphite, et rendent la fonte blanche, même avec une grande proportion de carbone.

Affinage au charbon de bois ou dans les feux de forges. — Nous ne pouvons prétendre à décrire avec détails tous les procédés d'affinage du fer suivis dans les divers pays; ils reposent sur un même genre d'actions, mais ils présentent diverses modifications qui exigeraient de longs développements incompatibles avec la nature de cet article. Nous devons donc nous borner à ce qui est relatif au procédé le plus généralement suivi.

Sur une fondation solide, on établit le *creuset* ou *renardière*, qui est composé de cinq plaques en fonte, ou *taques*, dont une forme le fond. A droite se trouve la buse du soufflet; cette partie s'appelle *varme*, la plaque opposée *contrevent;* celle de derrière *rustine* ou *haire*, et la plaque antérieure *laiterol* ou *chio*. Le creuset a la forme d'un parallélipipède dont les grands côtés forment la varme et le contrevent. Ces deux plaques sont plus

longues que la dimension du creuset. La haire est calée entre leurs extrémités postérieures, et le laiterol est serré entre leurs extrémités antérieures, qui le débordent. Le fond est ordinairement horizontal, ou légèrement incliné du côté du contrevent; le contrevent et la rustine s'inclinent un peu en arrière, et souvent la varme l'est au contraire dans l'intérieur du creuset.

Une seule buse paraît préférable à deux, en circonscrivant mieux le point où l'action a lieu, gênant moins le travail de l'ouvrier, et pouvant plus facilement être relevée ou abaissée, suivant la marche du travail.

Le plongement de la tuyère et la profondeur du creuset dépendent de la nature de la fonte sur laquelle on opère. La profondeur peut être de 18 à 20, 24 et 26 centimètres, pour des fontes très grises, de qualité médiocre, blanchies par surcharge de minerai, une fonte blanche impure; et enfin pour une fonte se coagulant facilement, la direction de la tuyère serait rasante, ou plongeant de 6 à 10 millimètres.

Le creuset est recouvert par une cheminée qui s'incline du côté de la tuyère; elle est supportée par quatre piliers.

La taque de fond du creuset est recouverte de fraisil; on remplit le creuset de charbon, dont on détermine la combustion par le moyen du vent forcé. La gueuse ou les gueusets, amenés par le moyen de rouleaux en bois au milieu du combustible, et au-dessus du courant d'air, laissent écouler de la fonte, produisant bientôt un bain qui doit rester pâteux.

On ajoute dans le creuset des quantités plus ou moins considérables de scories des travaux précédents, suivant que la fonte devient trop liquide ou prend trop facilement corps. Ces scories offrent quatre variétés différentes.

Celles qui se forment pendant que la fonte passe à l'état liquide et dans le commencement de l'opération. Elles sont très liquides et se durcissent très facilement; elles sont poreuses, d'un éclat métallique; ce sont les scories crues; on les emploie pour retarder la coagulation.

Les scories douces se forment quand le métal prend corps; elles sont moins liquides, peu fusibles, et contiennent beaucoup d'oxide de fer; elles facilitent beaucoup la coagulation; on les fait couler pendant le travail.

Les scories riches, que l'on conserve dans le creuset, et qui portent le nom de *sornes,* agissent encore plus efficacement.

Enfin, pour terminer l'affinage, on se sert des battitures que produit le martelage de la loupe.

Les scories crues sont riches en silice, arrêtent l'affinage, parce qu'elles ne peuvent oxider le fer; celles qui sont douces, renfermant peu de silice et beaucoup d'oxide de fer, fournissent au carbone et au silicium l'oxigène qui leur est nécessaire, sans enlever de fer.

Quand les fontes que l'on traite contiennent du phosphore ou du manganèse, les scories crues renferment une plus grande quantité de ces substances que les scories douces; la silice s'y trouve toujours aussi en plus grande proportion.

La fonte, d'abord liquide, s'épaissit successivement, se tuméfie et passe de nouveau à l'état liquide, puis donne une masse dont la coagulation augmente à mesure que les corps étrangers combinés au fer s'en séparent; c'est en agitant la masse avec un ringard, la soulevant et l'exposant au vent, que l'ouvrier facilite sa transformation. Quand l'oxide de fer des scories agit sur cette masse, elle se tuméfie par un dégagement de gaz. Lorsque le travail a été bien fait, la masse se sépare en plusieurs parties, que l'on soude pour former une loupe, qui est enlevée avec des pinces, ou que l'on soude à l'extrémité d'un ringard pour la porter sous le marteau.

Une bonne loupe est un peu ovoïde, elle doit être rouge-blanc, et la scorie qui y adhère doit s'enlever par écailles. On la frappe d'abord avec de gros marteaux à main.

Pour le martelage, on la porte sur l'enclume, où elle est frappée par le moyen d'un martinet pesant de 180 à 200 kilog., et battant environ cent coups par minute; des marteaux plus lourds ne permettent pas de fabriquer tous les échantillons. La panne est plate et étroite (Voy. Marteaux.)

La loupe est retournée successivement sur ses diverses faces; elle reçoit d'abord le choc sur la partie qui était dans le feu tournée du côté du contrevent; on la divise en cinq ou six morceaux, qui sont reportés au feu et forgés de nouveau au rouge-blanc pour les amener à l'état de *maquettes*, en forgeant d'abord l'une des extrémités. Quand tous les lopins sont travaillés,

on les chauffe de nouveau pour les forger à l'extrémité opposée. Si on voulait achever de suite le forgeage de chaque pièce, il faudrait refroidir, en la plongeant dans l'eau, l'extrémité terminée, ce qui peut nuire beaucoup au fer quand il n'est pas d'une excellente qualité.

Les lopins sont toujours disposés dans le feu dans un ordre déterminé, par cinq, par exemple; celui de la varme au-dessus de la tuyère; les deux du contrevent, sous le vent; et les intermédiaires plus près de la tuyère.

Chaque maquette est soumise de nouveau à l'action de la chaleur, et étirée à l'échantillon convenable.

Dans quelques localités, on martine la marquette à l'*encrenée;* chaque extrémité reste avec ses dimensions, et l'espace qui les sépare est seul amené à celle que doit avoir la barre; on étire ensuite chacune des extrémités.

Les quantités de vent nécessaires pour l'affinage varient avec la nature de la fonte; entre 4^m,3 à 4,6 par minute pour la fonte grise; 4^m,9 à 5,5 pour la fonte blanche; pendant la fusion, elle est de 6^m,2 à 6,5 pendant le travail de la masse, et va jusqu'à 7^m,4 à 7,7 pendant qu'on *avale* la loupe.

Le charbon qui, au sortir des meules, a été éteint avec de la terre ou du sable, est nuisible dans l'affinage, par la quantité considérable de ces substances qu'il porte dans le creuset.

Dans quelques localités, on suit pour l'affinage un procédé différent. Dans un creuset dont le fond est en pierre et les côtés formés de taques en fonte, on place la fonte sur un lit de fraisil, on la couvre de charbon, et on la fait frapper directement par un vent fort et très plongeant. Quand le creuset est rempli, on retire le peu de scories qui se trouvent à la surface, et on forme des *blettes,* en jetant de l'eau sur la surface de la fonte. Ces blettes sont ensuite grillées dans des fours à réverbères, dans lesquels on les pose de champ, en les séparant avec du fraisil; ou sur une sole en faisant arriver sur le combustible un courant d'air forcé.

Ce procédé, qui est désigné sous le nom de *mazéage,* ne s'applique bien qu'aux fontes grises.

Affinage a l'anglaise. — Quand au charbon de bois on substitue le coke, l'affinage de la fonte ne peut plus avoir lieu en une

seule opération, ce combustible ne brûlant qu'au moyen d'un grand courant d'air forcé, et pouvant fournir à la fonte une partie du soufre qu'il renferme; aussi est-on obligé de faire subir au produit de cette opération une épuration plus complète dans deux opérations successives.

Relativement au *finage*, on peut diviser les fontes en trois catégories : les fontes difficiles à affiner, et qui renferment les fontes grises, truitées grises, et blanches; les fontes blanches à grain serré, mais cristallisées, et les fontes blanches compactes, à cassure cristalline, forment la première.

Dans la seconde, on peut placer les fontes moyennement difficiles à affiner, et qui sont blanches, cristallines, peu compactes, renfermant des géodes cristallisées, souvent irisées.

Enfin, dans la troisième, se trouvent les fontes tendres, très faciles à affiner, renfermant beaucoup de géodes cristallines et irisées; les fontes peu compactes, les bocages et carcas, et les fontes soufflées et caverneuses, à grain fin d'acier, plus grises que blanches, provenant fréquemment d'une surcharge de minerais.

Les gueuses de ces dernières espèces de fonte ont leur surface supérieure très concave ou très convexe, jamais unie, et presque toujours recouvertes de laitiers, et souvent de sable. On peut éviter ce mélange de sable en moulant la fonte en coquilles; mais alors les caractères physiques de ces fontes changent, et de caverneuses, elles deviennent compactes et se trempent, ce qui est loin d'être, dans ce cas, un inconvénient, et qui en serait un pour les fontes de la première catégorie; du reste, on peut, sans employer les coquilles, empêcher l'adhérence du sable aux diverses espèces de fonte, en mêlant du poussier de houille à la couche de sable immédiatement en contact avec la fonte.

La nature du coke employé a une grande importance pour l'opération : celui qui est fabriqué à l'air libre paraît être préférable par sa compacité, mais il faut qu'il soit boursouflé et donne peu de cendres. Les cokes légers, friables, et donnant beaucoup de cendres, nuisent beaucoup à l'affinage.

Le fourneau dans lequel on opère le *finage* de la fonte, et qui est désigné sous le nom de *finerie*, est un creuset parallélipipédique d'une beaucoup plus grande dimension que les renar-

dières, composé de cinq plaques. Sur la partie postérieure se trouvent trois tuyères; la cheminée verticale est soutenue par quatre piliers. Les tuyères étant exposées à une haute température et à l'action corrosive des laitiers, seraient détruites avec une extrême promptitude si elles n'étaient continuellement refroidies. On se sert avec avantages de *tuyères à eau*, formées de deux enveloppes concentriques, entre lesquelles on introduit par le moyen d'un tuyau convenable un courant d'eau froide, qui s'échauffe et ressort par un tuyau disposé pour cet usage.

Le creuset étant chargé de coke, et la température élevée, on y charge un peu de scories, et on fait arriver dans l'intérieur l'extrémité des gueuses qui roulent sur des rouleaux; mais quand onemploie de petites gueuses ou des bocages, que l'on est obligé de placer sur le coke, des morceaux volumineux tombent dans le bain sans être fondus, et ont besoin d'être soulevés au moyen du ringard.

Les gueuses de 1m,25 de longueur sur 0m,08 d'épaisseur, permettent un chargement bien uniforme, dans lequel on remplit le creuset de coke jusqu'à 0m,20 au-dessus des tuyères, on place les gueuses par moitié de chaque côté, à peu près sur les tuyères mêmes, en laissant au milieu un espace rempli seulement de coke, que l'on renouvelle à mesure du besoin; la fonte coule peu à peu et se trouve dans les circonstances les plus favorables à l'affinage.

Les scories du finage doivent seules être employées; celles du pudlage, très siliceuses, produisent beaucoup de déchet; les battitures, au contraire, sont très bonnes.

A chaque opération, il s'attache au fond du creuset une certaine quantité de *fine-metal*, où la brasque est détruite par l'action de la fonte, suivant sa nature; il est d'une grande importance de conserver la profondeur du creuset sensiblement égale.

Les tuyères plongent dans le bain de scories, mais elles ne doivent jamais pénétrer dans la fonte; quand celle-ci est suffisamment blanche, on la fait couler par le chio dans un canal découvert, construit avec des taques de fonte enduites de sable et d'argile, pour empêcher l'adhérence, et on l'arrose d'une

grande quantité d'eau, qui détermine la séparation de la portion de scories qui la recouvrent, et la rendent cassante.

L'affinage est près de se terminer quand les scories qui s'attachent au ringard, et qui deviennent d'abord noires immédiatement, restent *rouge-cerise*, et complétement achevé quand elles forment des globules arrondis qui refondent presque immédiatement.

Le fine-métal est d'une bonne nature quand en coulant il lance des étincelles volumineuses sans flamme; il est alors caverneux au quart de son épaisseur, et facile à travailler au pudelage; il a été trop chauffé, quand il donne beaucoup d'étincelles blanches, peu lumineuses, et une espèce de flamme qui fournit une poussière blanche; il est caverneux dans toute la masse, difficile à casser, et s'affine trop vite au pudelage; il a été trop peu chauffé, au contraire, quand il ne produit qu'un petit nombre d'étincelles, est compacte ou à peine caverneux; il fond très facilement au pudelage, et se transforme difficilement en fer.

Le déchet de la fonte au finage dépend de sa nature et de la manière dont l'opération a été conduite; il est de 11 à 16 p. 0/0 pour les bonnes fontes, de 16 à 20 pour les fontes de la deuxième classe, et de 20 à 30 pour celles de la troisième.

Le mélange de diverses fontes au finage produit de bons résultats, et des fontes qui séparément n'auraient fourni que de mauvais produits, peuvent en donner de satisfaisants quand on les mélange.

Si le coke donne beaucoup de cendres très siliceuses, il augmente le déchet; les fontes renfermant du soufre, du phosphore, beaucoup de silicium, du laitier, ne présentent pas seulement un déchet relatif à la proportion de ces substances, mais pour opérer leur séparation, une quantité assez considérable de fer se trouve oxidée. Les fontes coulées au sortir du haut-fourneau dans des rigoles en sable en retiennent une plus ou moins grande quantité, qui nuit beaucoup à l'opération, surtout lorsqu'elles sont blanches. La différence peut aller pour une même fonte de 11 à 16 p. 0/0, suivant qu'elle a été coulée en sable ou en coquilles.

Pour diminuer les quantités de phosphore ou de soufre que

peut renfermer le *fine-métal*, on ajoute habituellement une certaine quantité de carbonate de chaux, mais une trop forte dose rend les scories trop épaisses; le déchet en fer peut être diminué également par cette addition ou par celle de minerais de fer très fusibles; mais séparément ou mélangés, ils n'ont produit qu'un effet trop peu important pour mériter l'attention. L'oxide de manganèse mêlé avec la chaux facilite l'épuration du fer, diminue la quantité de combustible, et donne un très bon fer; mais il ne peut être employé seul pour les fontes de la troisième classe, qui sont beaucoup trop rapidement affinées; il résulte d'essais faits par ce procédé que 100 de fonte ont donné par le finage direct 53,25 de fer en 2h 7′

Avec le carbonate de chaux, 57,05 2 2

Avec du calcaire et un minerai de manganèse, renfermant du carbonate de chaux, 60,92 1 55

La proportion d'oxide de manganèse ne doit pas excéder 180 à 140 du premier et 80 à 40 du second.

AFFINAGE AU FOUR A RÉVERBÈRE.

La transformation de la fonte en fer peut avoir lieu, comme nous l'avons vu, au contact du combustible, quand on emploie le charbon de bois, mais on n'obtient que du fer de très mauvaise qualité, quand on veut se servir de coke ou de houille; il n'est possible d'arriver à un bon résultat qu'en se servant du fourneau à réverbère chauffé par la houille.

C'est en Angleterre que ce procédé a pris naissance; mais on y a bien vu que l'opération précédente était nécessaire pour y préparer la fonte; c'est donc à l'état de *fine-métal* qu'on introduit le fer dans ce genre de fourneau.

La fonte liquéfiée peut s'oxider complétement par l'action de l'air à une haute température; ce n'est pas le but que l'on peut se proposer dans l'opération; la fonte doit donc être seulement exposée au contact de l'air, de manière à perdre le plus de carbone et de silicium, et le moins de fer possible; aussi toutes les variétés de fontes ne se prêtent-elles pas également à l'affinage; généralement les fontes grises s'affinent moins bien que

les blanches, parce qu'à la température très élevée à laquelle l'opération s'effectue, elles deviennent presque immédiatement liquides, tandis que les fontes blanches restent long-temps pâteuses et, par conséquent, dans un état plus propre à l'action de l'oxigène ; mais, en outre, le carbone se trouvant en grande partie à l'état de graphite dans la fonte grise, se prête beaucoup plus difficilement à l'action de l'oxigène que dans la fonte blanche, dans laquelle il se trouve réparti d'une manière assez uniforme.

Mais toutes les fontes blanches ou grises ne sont pas comparables entre elles sous le rapport de l'affinage. Les fontes grises obtenues avec des minerais fusibles s'affinent moins bien que celles qui proviennent de minerais réfractaires, parce que ces derniers passent moins facilement à l'état liquide.

Les fontes blanches lamelleuses, très fusibles, se conduisent comme les fontes grises; les meilleures à traiter sont très caverneuses.

Les fours à réverbères employés pour cette opération, et qui portent le nom de *pudelings*, ont une sole horizontale, la voûte très surbaissée à l'extrémité, une cheminée de 12 à 13 mètres portant à la partie supérieure une plaque suspendue à l'un des bras d'un levier dont l'autre est fixé à une chaîne par le moyen de laquelle on peut intercepter plus ou moins le courant d'air.

Deux ouvertures sont ménagées sur la paroi latérale : l'une au-dessus du foyer, l'autre au milieu de la sole; la première est formée d'une trémie en fonte, dont la plus petite ouverture est tournée vers la grille. Quand la grille a été chargée de combustible, on remplit la trémie d'abord de gros morceaux de houille, et ensuite de menus, que l'on tasse légèrement pour la clore en entier ; il suffit ensuite, pour charger de nouveau la grille, de pousser cette portion de combustible, que l'on remplace par une nouvelle quantité.

La seconde ouverture, placée au milieu de la sole, sert pour le chargement et pour le travail de la fonte ; elle est carrée et se trouve close par une porte en fonte, glissant de haut en bas, entre deux rainures, et contre-pesée de manière à n'exiger presque aucun effort de la part de l'ouvrier pour la faire mouvoir.

Inférieurement se trouve une ouverture de 13 centimètres de côté, terminée supérieurement par une courbe, et pouvant être fermée au moyen d'une petite plaque de fonte qui s'applique exactement sur la première; cette ouverture est destinée au passage des ringards; au-dessus se trouve une ouverture circulaire que l'on ferme au moyen d'un tampon; elle permet de constater l'état des matières.

La sole, toujours établie autrefois sur voûte, et construite en briques réfractaires, l'est souvent maintenant en fonte; on la recouvre le plus ordinairement de scories ou de sable; l'extrémité est toujours un peu inclinée; elle porte une ouverture pour l'écoulement des laitiers, que l'on tient constamment échauffés pour empêcher leur solidification.

Il est difficile d'avoir une opinion sur la préférence à donner à l'une de ces substances pour la construction de la sole; les scories facilitent l'affinage, mais elles altèrent peut-être la qualité du fer; le sable doit être quartzeux et sans mélange de matières terreuses afin qu'il ne fournisse pas trop facilement des silicates très fusibles, mais dans tous les cas il fournit toujours une grande quantité de silicate avec l'oxyde qui recouvre le fer, aussi a-t on proposé de déterminer les décompositions de cet oxyde en recouvrant les barres qui forment les trousses avec quelques substances organiques, ou la sole elle-même avec des rognures de cuir.

On sait qu'en arrosant la fonte liquéfiée ou près de l'être, avec un lait de chaux, on parvient à en séparer une partie du soufre et peut-être du phosphore, mais la chemise du fourneau s'altère fortement par la fusibilité des silicates de chaux et d'alumine qui se produisent. Des essais faits sur une sole en fonte, recouverte d'une couche de brasque bien battue, de cinq centimètres d'épaisseur, relevée sur les bords pour préserver les briques, et sur laquelle on avait tassé un lit de chaux vive, a fourni un fer de bonne qualité, dans un temps moindre de 1/6 de celui que l'on emploie habituellement, et avec une diminution dans le déchet. Il paraîtrait donc que ce genre de sole pourrait offrir de l'avantage, mais il faudrait que l'on s'assurât bien si le fer ne produirait pas plus de déchet au feu de chaufferie.

Les fourneaux étaient toujours autrefois construits avec plu-

sieurs rangs de briques réfractaires, maintenus par des tirants en fer; mais on a substitué à ce mode un autre bien préférable: une seule brique d'épaisseur est enveloppée par des plaques en fonte, ajustées par le moyen de marâtres et de traverses qui donnent une grande solidité.

On accole presque toujours deux cheminées reliées ensemble par un système de barres de fer à écrous.

Dans l'opération du pudelage, la fonte soumise, à la fois, à l'action d'une température élevée et d'un courant d'air plus ou moins rapide, suivant son état, éprouve un grillage qui détermine la séparation des substances étrangères qu'elle renferme. L'addition de petites quantités de scories facilite beaucoup l'affinage; mais si elle est portée trop loin, elle diminue le travail de l'ouvrier, en augmentant beaucoup le déchet; mais quand on affine des fontes grises, elle est indispensable pour porter complétement la fonte à l'état de fine-métal.

Le four étant disposé, on y introduit les morceaux de fonte, et on en élève rapidement la température. Si le fine-métal est caverneux et de bonne nature, il se ramollit sans se fondre; mais les fontes grises très carburées passent d'abord à l'état liquide; on commence alors à agiter la matière avec un ringard; elle se tuméfie, et on facilite souvent sa conversion en fer en projetant à la surface de petites quantités d'eau; on voit alors s'en dégager des jets de flammes bleues, la matière s'épaissit et devient sableuse; par une élévation convenable de température, en fermant la cheminée et la chauffe, les grains s'agglutinent, l'ouvrier les divise en plusieurs lopins, auxquels il donne la forme de boules plus ou moins régulières, suivant qu'elles doivent passer au marteau ou au laminoir.

Le fer obtenu est loin d'avoir acquis le degré de pureté qu'il doit présenter; le lopin offre alors la réunion d'un grand nombre de grains, entre lesquels se trouve une quantité assez considérable encore de laitier; la compression à laquelle on le sonmet a pour but de souder le fer et d'expulser les matières étrangères; mais la haute température à laquelle le métal se trouve placé donne lieu à la formation d'une quantité considérable de battitures, qui sont lancées avec les scories tout autour des appareils compresseurs.

Si le fer doit être martelé, on apporte le lopin sur l'enclume, et l'on place dessus l'extrémité d'un ringard chaud, qui s'y soude et permet de soumettre successivement toutes les parties à la compression. Le fer est étiré en maquettes destinées à subir une nouvelle chaude. Lorsque le fer doit être terminé au marteau, on continue à le forger; mais fréquemment, après avoir dégrossi le lopin, on le passe au laminoir; préparé de cette manière, il est de beaucoup meilleure qualité que s'il était travaillé au laminoir seulement.

Récemment M. Cochot a adopté pour un marteau de forge une disposition toute particulière qui paraît offrir quelques avantages : le marteau est placé à l'extrémité d'un axe vertical fixé à une colonne en fonte par une parallélogramme; une bague armée de cames soulève le marteau en agissant sur un mentonnet que porte le manche; l'arbre sur lequel est fixée la bague pouvant avoir une longueur assez considérable, l'ouvrier ne trouve aucune gêne pour travailler tout autour du marteau; un rabat fixé à la partie supérieure des colonnes imprime au manche du marteau une forte répulsion.

Fig. 32.

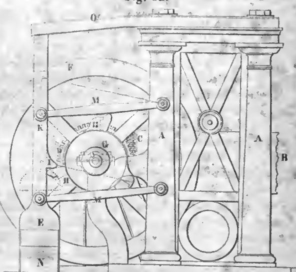


Fig. 32. A A bâti en fonte; B arbre de couche; C roue d'angle

de cet arbre ; D roue d'angle, menée par la précédente ; F volant de l'arbre de la roue V ; G bague en fonte, munie de cames H ; I mentonnet en fer forgé faisant corps avec le manche du marteau K; L tête du marteau; M marteau attaché à la colonne A et au manche du marteau, les lignes ponctuées indiquent le mouvement du marteau ; N enclume ; O rabat fixé sur les deux colonnes du bâtis A.

Le marteau anglais, pris en avant, par la tête, au moyen d'une forte bague garnie de Cames, montée sur l'extrémité d'un arbre très fort, est tout en fonte et d'une seule pièce; il a la forme d'un T, dont les petites branches servent de tourillons reposant sur deux cadres en fonte. La tête, plate dans le sens horizontal et arrondie verticalement, est percée pour recevoir les pannes, que l'on y fixe au moyen de cales en fer. L'enclume est maintenue dans une chabotte d'une très forte dimension.

Les marteaux de ce genre pèsent jusqu'à 4,500 kilog. Leur disposition ne permet à l'ouvrier de travailler que sur l'un des côtés. On a reconnu que leur poids détermine l'écrasement des lopins, et de profondes solutions de continuité de la masse. On y a fait deux changements importants en diminuant de beaucoup le poids, qui se trouve réduit à 3,000 kilog. au plus, et en les soulevant par le côté de la tête, de sorte que l'ouvrier se trouve moins gêné dans son travail.

Le travail du marteau peut être remplacé par celui des laminoirs : le lopin sorti du four passe d'abord dans des cannelures presque ovoïdes, tracées par moitié dans chaque cylindre, et dont la surface est rugueuse ; et ensuite, sans ou après avoir été réchauffé près du point du fourneau, dans des cannelures destinées à produire des fers méplats pour les grandes dimensions, ou des fers carrés pour les petits-mills.

Le fer ne pouvant être à cet état étiré d'échantillon, il faut, soit au marteau, soit au laminoir, lui donner les dimensions voulues, en le chauffant, par trousses, dans un nouveau four à réverbère, à sole plate, et à voûte beaucoup moins surbaissée, à l'extrémité, que le four du pudeling. Parvenu à une chaude suante, le fer peut alors être étiré en toutes dimensions. Pour le travailler ainsi, on le coupe de longueur à la cisaille.

Les cylindres *ébaucheurs* ne servent que pour les premières opérations ; les *finisseurs* sont employés pour préparer les fers d'échantillon.

Pour les fers carrés ou ronds, la moitié de la dimension de la barre est tracée dans chaque cylindre ; pour les méplats, le cylindre supérieur est creusé dans une épaisseur plus grande que celle de la barre, et le cylindre inférieur porte une épaisseur, servant de guide, qui s'insère dans le premier, et entre lesquelles passe la bande de fer. Les cannelures carrées sont aussi triangulaires dans chaque cylindre.

Pour les petits échantillons, le laminoir est composé de trois cylindres superposés, de sorte qu'on lamine à l'allée et au retour ; ces échantillons se refroidiraient beaucoup trop fortement s'ils n'étaient laminés que dans un seul sens. Dans tous les cas, les laminoirs ont une vitesse de 150 tours au moins par minute.

Outre les déformations des barres et les dangers pour les laminoirs par l'enroulement des barres de fer autour du cylindre, qui sont à craindre si l'ouvrier ne présente pas exactement son fer dans la cannelure, les laminoirs sont exposés à de graves accidents si la barre dévie de sa route ; pour les éviter autant que possible, on établit en avant des cannelures des guides entre lesquels les barres s'engagent, et le lamineur devant n'abandonne sa barre que lorsqu'il l'a suivie dans toute sa course, et le lamineur derrière la reçoit à sa sortie de la cannelure, en la tirant légèrement à lui, jusqu'à ce qu'elle s'en dégage.

Lorsque les lopins et même les maquettes sont apportés au laminoir, leur poids rend difficile leur insertion dans les cannelures ; pour la faciliter, on établit, un peu au-dessous de la surface du second cylindre, un tablier en tôle, sur lequel l'ouvrier repose sa pièce pour la présenter aux cylindres.

Quand le mill est formé de deux cylindres, la maquette ou la barre est soulevée jusque sur le deuxième, qui le rapporte au lamineur devant ; dans les petits mills, la barre est présentée inversement à son retour, et laminée de la même manière que dans son premier trajet.

Lorsque les barres sortent du laminoir, elles ont besoin d'être dressées ; pour cela, on les place sur une taque en fonte sur laquelle des enfants les frappent à plat et de champ avec des maillets de bois, elles sont ensuite rangées de champ quand elles sont froides, pour les emmagasiner.

Au four de pudeling, les scories que l'on obtient sont très crues par la quantité considérable de silicates qu'elles renferment et dont la formation est due au sable de la sole : les scories du four à réchauffer sont beaucoup plus analogues aux battitures.

La perte de fer dans ces deux occasions est très grande, au four de pudeling elle s'élève souvent à 12 0/0, celle du four à réchauffer va jusqu'à 14, mais de bons ouvriers ne dépassent pas 13 0/0 dans leurs opérations.

Lorsque le fer dégrossi est porté au four à réchauffer, il se fait une très forte oxidation à la surface des barres formant chaque trousse ; pour la diminuer, j'ai essayé de les enduire d'une très faible couche d'argile délayée dans l'eau, mais je n'ai pas obtenu de bons résultats.

Le travail du fer au marteau lui donne quelques qualités différentes de celles que lui procure l'étirage au laminoir. La masse soumise à une malaxation qui agit successivement sur tous les points, s'épure mieux que sous les laminoirs entre lesquels les fibres tirées parallèlement ne peuvent que glisser les unes sur les autres ; mais le travail du marteau ne peut fournir, dans un même temps et avec une force semblable, qu'une fraction de celui que fournit le laminoir ; et comme, dans un très grand nombre de circonstances, la qualité du fer est moins à considérer que la proportion obtenue à un moindre prix, le travail au laminoir a dû se répandre et doit obtenir chaque jour plus d'importance.

On peut au moyen de l'étirage au laminoir donner au fer presque toutes les formes voulues. On a cherché pour de petites dimensions à remplacer les cylindres par quatre roues dont les circonférences se touchent exactement, et dans chacune desquelles on a creusé le quart de l'épaisseur de la pièce à laminer ; on a obtenu par ce moyen des barres d'une grande régularité ; l'avantage que l'on a cru trouver dans l'emploi de cette

machine, c'est qu'il suffit de changer la garniture de la circonférence des roues, pour fabriquer tous les échantillons avec une même machine : pour dégrossir des circonférences en fontes, on peut l'employer ; pour de petits fers, on a proposé de se servir des cercles d'acier.

L'importance du laminage par la grande quantité de fer qu'il procure, a dû conduire à déterminer ces différences de qualité, que la même espèce de fer présenterait dans le genre de travail et sous le marteau. De nombreuses expériences faites en Suède par Lagerhjelm ont conduit aux résultats suivants.

Le fer laminé est toujours compacte ; au marteau il est moins compacte et quelquefois lamelleux.

Le laminoir ne tord pas les fibres du fer, ce que fait quelquefois le marteau, de sorte que le fer aigre, dur d'un côté et doux de l'autre, s'étend sous le laminoir sans que les diverses espèces de fer soient dérangées de leur position.

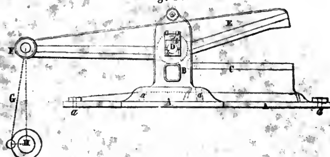
Les laminoirs et la forge produisent la même intensité d'élasticité, mais la *limite d'élasticité* est plus grande pour le fer forgé ; les fers *corroyés* provenant de l'un et l'autre travail présentent une limite d'élasticité semblable.

Le laminoir déplace beaucoup plus les particules du fer et lui donne plus de ductilité que le marteau.

La cohésion paraît être indépendante de la manière d'étirer le fer.

La bonté du travail du marteau est compensée en partie par sa lenteur et l'ébranlement violent qu'il procure à toute la machine ; depuis peu d'années on y a substitué en Angleterre un système de machines à compression unissant quelques uns des avantages du marteau et du laminoir. La machine *à maquer* offre les dispositions générales des cisailles ; les mâchoires, au lieu d'être formées de lames à angles vifs et se rencontrant par leurs bords, sont larges, et se touchent par une surface courbe, les lopins sont présentés entre elles, et reçoivent une compression qui les malaxe et les étire en maquettes. La force nécessaire pour faire agir cette machine est la même que celle que consomme le laminoir.

Fig. 33.



A, pallier de la cage B; C, mâchoire inférieure; D, tourillon de la mâchoire supérieure C; F, point d'attache de la bielle G; M, excentrique; *a a*, boulons maintenant la cage et le pallier.

Malgré les avantages apparents de la machine à maquer, elle est peu employée; et l'on prétend que le fer qu'elle fournit est de moindre qualité que celui du marteau quoiqu'obtenu en quantité fort peu plus grande.

La perte considérable de chaleur qui a lieu par la cheminée des fours à pudeler a fait songer à en tirer parti, soit pour réchauffer le fer destiné au *petit-mill*, soit pour produire de la vapeur, soit pour chauffer l'air destiné au soufflage des fourneaux; l'inconvénient que présente cet emploi consiste dans la grande inégalité de chaleur obtenue aux diverses époques de l'opération; mais il est à désirer que l'on parvienne, par de bonnes dispositions, à en tirer un parti utile.

FER DE FENDERIE.

Lorsque l'on veut fabriquer de très petits échantillons de fers carrés, comme ceux que l'on désigne sous le nom de *fantons, côtes de vaches, etc.*, ou généralement de *verge*, au lieu de les amener par le martelage ou par des laminages successifs à la dimension voulue, on divise des fers mi-plats par le moyen d'un système de cylindres armés de plans coupants.

Avant l'emploi du cylindre pour l'étirage du fer, on ne travaillait cette espèce de fer qu'au martinet, et l'on était dans l'habitude de produire sur les arêtes de petites dents qui fai-

saient désigner ce fer par le nom de *verge crénelée*, presque généralement abandonné, et remplacé par la fenderie.

Sur une axe horizontal, on place un nombre plus ou moins considérable de rondelles en fer doux aciérées à leur bord, séparées par de fausses rondelles, selon l'épaisseur déterminée par les dimensions de la verge que l'on veut fabriquer. Une seconde trousse semblable, portant un taillant de plus, est placée au-dessus de la précédente, dont les disques pénètrent entre ceux-ci; la bande de fer, en passant entre les deux trousses, se divise en autant de parties qu'il y a de taillants à la trousse d'en bas.

Chaque taillant et chaque fausse rondelle porte une ouverture carrée donnant passage à l'axe, et quatre autres plus petites, dans lesquelles on fixe les boulons qui maintiennent tout le système.

La distance entre les taillants est réglée par l'épaisseur des fausses rondelles, et détermine celle de la verge, dont l'autre dimension l'est par la différence du diamètre des deux systèmes de taillants. Pour éviter la déviation des verges, on dispose devant chaque taillant des guides entre lesquels glissent les verges que l'ouvrier soutient avec une tige courbée à son extrémité. Le fer doit être un peu moins chaud qu'au four à réchauffer, parce que le but de l'opération qui nous occupe n'est cas de le souder. On le chauffe, 1° dans des fours à réverbère d'un faible tirage dont le sol est plat, et la voûte très surbaissée à son extrémité où se trouve la porte pour les chargements; le fer est placé sur des supports en fer dans une direction perpendiculaire au pont; 2° dans des fours dits *dormants*; dans lesquels le fer est placé sur le combustible même.

Le four à réverbère n'est jamais chargé de fer pendant qu'il est froid, le métal s'oxiderait beaucoup trop; on ne l'introduit qu'alors qu'il peut être rougi en quelques instants; les *bâtards* qui passent les derniers à la fenderie sont toujours plus oxidés que les premiers.

Pour les fours dormants on couche les bidons sur de la houille bien embrasée et qu'on ne renouvelle jamais dans le cours de l'opération.

Le fer cassant à froid est souvent employé pour la fenderie; on s'en sert en grande quantité pour fabriquer des clous.

TRÉFILAGE DU FER.

Comme les procédés suivis pour obtenir les fils de fer sont les mêmes que ceux que l'on suit pour celui des autres métaux, nous renvoyons à l'article TRÉFILERIE ce qui a rapport à ce sujet; nous dirons seulement que le fer doit être tenace, quoiqu'un fer légèrement rouverain puisse encore servir; le fer martelé s'étire très bien, mais celui de fenderie ne peut être employé, parce que les fibres sont obliques, l'*espatage* ayant agi en deux sens sur les barres.

Le fer étiré au cylindre est de beaucoup préférable, et comme il est facile de le laminer dans des cannelures rondes, on le prépare ainsi avec beaucoup d'avantage à passer à la FILIÈRE.

On a observé que le fil qui a été plongé dans une liqueur acide dont on a élevé la température par l'immersion d'un lingot de cuivre très chaud, passe ensuite à la filière avec une facilité remarquable, en raison de la précipitation d'une petite quantité de cuivre à sa surface, le fil n'a plus besoin d'être recuit aussi souvent, parce que la feuille de cuivre très mince adhérant à sa surface, empêche qu'elle ne se déchire à la filière; cette faible couche de cuivre se sépare dans le dernier recuit.

FABRICATION DE LA TÔLE.

Si on passe sous le marteau, en les frappant toujours dans le sens de leur largeur, des bidons préparés d'une longueur convenable, on peut les réduire en feuilles, mais qui, à un certain degré de minceur, se déchireraient sous le choc du marteau; si, arrivé à ce terme, on réunit ensemble plusieurs plaques, on peut les amener à un degré d'épaisseur très peu considérable.

Le travail au marteau fournit de très bonne tôle, mais dont le prix est élevé à cause de la main-d'œuvre employée pour la préparer; d'ailleurs, il est difficile de donner à sa surface l'uniformité qu'elle doit présenter.

Sous le laminoir, le fer fournit également de bonne tôle, si la matière première est de bonne qualité.

Les fers cassants à froid, rouverains, mous et cassants, ne peuvent donner de bonne tôle; le fer fort et dur se lamine

bien, mais exige trop de chaudes; les fers mous et tenaces sont les seuls que l'on puisse employer avec avantage.

Les bidons étant coupés de longueur suivant la largeur que doit avoir la tôle, on les chauffe dans le four à réverbère, dont le point doit être très élevé, pour que la flamme ne les touche pas trop fortement, et très près duquel on les place; ou vers la cheminée vis-à-vis de la grille dans des fours dormants; il faut éviter d'introduire trop d'air dans le four, et ne pas renouveler le combustible pendant une chaude.

Chaque bidon est passé trois ou quatre fois sous le laminoir, dont on rapproche les cylindres à mesure au moyen des vis, après quoi les planches sont pliées en deux, trempées, dans beaucoup de cas, dans de l'eau contenant un peu d'argile en suspension, et chauffées plusieurs ensemble, pour les passer de nouveau sous les cylindres, auxquels on les présente par le point où elles ont été courbées.

Le fer exposé à l'air à une température élevée s'oxide d'autant plus que sa surface est plus grande; pour l'éviter autant que possible, il faut que le four soit très chaud, afin que les *semelles* parviennent le plus rapidement possible à la température nécessaire.

Comme, dans ces opérations, la surface est toujours recouverte d'une assez forte couche d'oxide, si elles doivent être décapées, on plonge les planches dans de l'eau contenant 1/8 à 1/10 d'acide sulfurique, et on les laisse bien égoutter sur une grille, après quoi on les porte dans le four, en les soumettant le plus rapidement possible à l'action de la chaleur; en les frappant ensuite, l'oxide s'en détache par écailles, et on les passe au laminoir, pour leur donner en même temps les dimensions voulues; elles sont ensuite rognées.

DE DIVERSES MODIFICATIONS APPORTÉES DANS LA FABRICATION DU FER.

Nous avons cru devoir examiner dans des paragraphes séparés les modifications apportées dans ces derniers temps au travail du fer, et ne les pas confondre dans la description générale des procédés suivis, afin de faire mieux ressortir les avantages que l'on peut en attendre et l'influence qu'elles peuvent exercer

sur l'avenir de cette industrie; nous nous occuperons d'abord de celles qui ont rapport au traitement des minerais dans le haut-fourneau, et nous parlerons ensuite de ce qui est relatif au travail des forges.

EMPLOI DE L'AIR CHAUD.

S'il était une idée généralement adoptée par les maîtres de forges, et qui parût rationnelle et fondée sur l'expérience, c'était sans contredit celle qui faisait regarder une température élevée comme défavorable au travail des fourneaux. En effet, comme la combustion d'une quantité donnée de combustible est d'autant plus rapide que la masse d'oxigène en contact est plus grande, dans un temps donné, l'air éprouvant une dilatation de 1/266 de son volume pour chaque degré d'élévation de température, il faudrait que les machines soufflantes introduisissent un beaucoup plus grand volume d'air dans un fourneau pour y déterminer la même action. A la vérité, cet effet favorable pourrait être plus ou moins compensé par la quantité de chaleur que l'air froid absorbe du combustible, et l'on avait remarqué que les fourneaux marchaient moins bien l'été que l'hiver; aussi n'avait-on jamais songé à élever artificiellement la température de l'air destiné au soufflage des hauts-fourneaux, quand, par suite d'un essai fait sur un feu de maréchal par M. Nielson, celui-ci s'étant réuni à MM. Wilson et Macintosh, on vérifia par expérience qu'en chauffant l'air à plus de 200° on augmentait de beaucoup la température d'un haut-fourneau et la production de la fonte, en diminuant d'une manière très sensible la consommation de combustible.

L'adoption de ce procédé en Écosse se propagea bientôt en France, et des résultats bien observés établirent d'une manière évidente l'avantage de ce procédé, malgré que diverses tentatives soient restées sans succès, et que maintenant encore les avis ne soient pas unanimes relativement à la nature du fer obtenu par l'affinage de cette fonte. Mais ce qui est généralement admis, c'est l'augmentation de produit, la bonne allure des hauts-fourneaux, et la diminution dans la quantité de combustible employé.

Nous indiquerons d'abord la disposition des appareils, et les effets obtenus par l'emploi de l'air chaud, et nous rechercherons ensuite à quelles causes peuvent être dues les différences obtenues dans ce procédé.

L'air destiné au soufflage des haut-fourneaux est chauffé en traversant une série de tuyaux placés, soit horizontalement, soit verticalement, dans un fourneau; jusqu'ici il est impossible de décider d'une manière absolue laquelle de ces deux dispositions est préférable; cependant les tuyaux verticaux paraissent offrir plus d'avantages par leur prix moins élevé et leur plus facile conservation.

L'appareil se compose de deux gros tuyaux horizontaux, de 10 pieds anglais ($3^m,5$) de long, de 9 pouces ($0^m,228$) de diamètre, et 1 pouce d'épaisseur ($0^m,027$), sur lesquels sont placés neuf tuyaux de 6 pouces de diamètre extérieur et 3 de diamètre intérieur ($0^m,152$ sur $0^m,076$), recourbés en siphons. Les assemblages des gros tuyaux sont placés au dehors du fourneau, ceux des petits tuyaux sont préservés par un massif en briques réfractaires; tout l'appareil est placé dans un fourneau de 10 pieds de longueur sur 3 de largeur, et 12 à 15 de hauteur ($3^m,05$ sur $0^m,914$ et $3^m,65$ à $4^m,57$); la flamme du combustible enveloppe tout le système, et parvient à la cheminée par des carneaux supérieurs.

Lorsqu'on fait usage de tuyaux horizontaux, ceux-ci, placés dans des fours, ont 9 pouces de diamètre intérieur sur au moins 75 pieds ($0^m,228$ sur $22^m,558$) de développement. Des assemblages, faits au moyen de brides, sont placés au dehors des fourneaux; des compensateurs en assez grand nombre sont disposés de manière à éviter les accidents qui proviendraient des différences de longueur.

Pour conserver les tuyaux, on les recouvre extérieurement d'une couche de terre réfractaire, dont on peut augmenter de beaucoup la solidité en faisant venir, de fonte, des aspérités à leur surface.

La température de l'air peut être déterminée, quand elle n'excède pas 350°, au moyen d'un thermomètre à mercure placé dans une ouverture pratiquée sur le porte-vent, près de la tuyère, ou en se servant d'un fil d'étain, de plomb, ou d'un alliage de

ces deux métaux, de 3 lignes (6mm,5) de diamètre, que l'on introduit par une ouverture semblable à la première, ou que l'on présente seulement au-dessus; cette ouverture est fermée par un bouchon de métal.

La température de l'air varie entre 160° et 400°, il semblerait que la plus élevée dût être préférée; mais des expériences exactes ont prouvé qu'entre 220 et 160° il ne s'est présenté aucune différence appréciable dans la marche d'un haut-fourneau. Si ce résultat était bien confirmé, il s'ensuivrait qu'il n'est pas nécessaire de forcer la température; il occasionnerait une diminution considérable dans le combustible consommé, et une grande différence dans la durée des appareils.

Les tuyaux destinés au passage de l'air peuvent éprouver des altérations qui déterminent des fuites, de l'existence desquelles il est difficile de s'assurer; si d'ailleurs un courant d'air ne les traversait d'une manière continue, ils seraient encore plus promptement altérés; il est donc important que l'on cesse de les chauffer si on arrête les machines soufflantes.

En passant, de la température ordinaire à celle de 230°, l'air a doublé au moins de volume; les machines doivent donc en renfermer une quantité beaucoup plus grande si la même proportion reste nécessaire, et d'autant plus que la quantité de de minerai passée au fourneau est plus considérable dans un même temps; mais la pression du vent a pu être diminuée de 0m,082 à 0m,060 de mercure, en donnant une dimension plus considérable aux ouvertures des buses, de sorte que, dans beaucoup de cas, on a pu diminuer de 1/5 la force employée au soufflage.

S'il est bon d'employer des *tuyères à eau* pour le vent froid, leur usage est absolument indispensable quand on fait usage d'air chaud. Si le fourneau pouvait toujours marcher sans qu'il se formât d'engorgement de la tuyère, on devrait, comme on le fait dans beaucoup de cas, luter les buses dans les tuyères, parce que l'air se refroidit dans celles-ci, et qu'une partie est refoulée; mais si on doit y travailler fréquemment, la destruction en devient trop prompte.

L'air introduit froid dans un haut-fourneau s'échauffe nécessairement en traversant la partie inférieure où règne la plus haute température; mais la dilatation et l'échauffement qu'il

éprouve y déterminent un abaissement de température; cependant, l'examen d'un haut-fourneau marchant à l'air chaud prouve que la température s'y développe à une partie moins élevée, et qu'il s'y dégage beaucoup moins de chaleur au gueulard; on ne peut donc expliquer l'action de l'air échauffé autrement qu'il suit : l'air froid porte son action sur une plus grande colonne de combustible, et seulement après s'être échauffé à un certain degré; une partie assez considérable s'échappe sans avoir servi à la combustion, et détermine par son échauffement une perte d'action d'autant plus grande, qu'il traverse inutilement une plus grande masse de combustible; tandis que l'air chaud pouvant immédiatement servir à la combustion, détermine plus vivement celles des premières parties du combustible avec lesquelles il se trouve en contact, abaisse conséquemment le point où règne la plus haute température, et se trouve, presque en entier, utilement employé, de sorte que la quantité d'azote qu'il abandonne, étant de beaucoup moindre que le volume d'air brûlé, dégagé avec l'air froid, doit refroidir beaucoup moins la masse qu'il traverse. On observe en effet qu'avec l'air chaud les charges descendent plus lentement, quoique l'on consomme une moins grande quantité de combustible, que la température est plus élevée, la quantité de vent moindre, et la proportion de fonte augmentée.

Mais si cette explication satisfait d'une manière générale, elle est cependant insuffisante pour rendre compte d'une circonstance très importante que nous avons signalée; c'est que l'élévation de température au-delà d'une certaine limite ne produit plus d'effet utile; aussi a-t-on pu la diminuer dans certains établissements, ce qui offre l'avantage d'une moindre consommation de combustible pour la produire, et surtout d'une beaucoup moindre détérioration des appareils.

Du reste, l'expérience a prouvé que la température de l'air devait être plus élevée pour les hauts-fourneaux au coke que que pour ceux au charbon de bois; ce que l'on s'explique facilement par la plus grande densité et la plus difficile combustibilité du coke.

Les avantages de l'air chaud ne se bornent pas à une plus grande production et à une diminution dans la quantité de combustible, la marche du haut-fourneau est plus régulière,

les tuyères sont plus brillantes, les engorgements moins fréquents et plus faciles à détruire, la proportion de fondant se trouve de beaucoup diminuée, les laitiers sont plus fluides, des minerais difficiles à fondre, sont traités avec facilité; enfin, on obtient des fontes grises, tandis que, en toutes autres circonstances égales d'ailleurs, on n'aurait obtenu que des fontes blanches ou truitées.

Il est vrai que la plus haute température de l'ouvrage et du creuset détermine une plus prompte altération des parties; mais ces inconvénients sont bien plus que compensés par les avantages que nous avons signalés.

Quand il s'agit de moulage, les qualités de la fonte que nous venons d'indiquer, présentent un grand avantage; mais on n'est pas encore suffisamment éclairé sur la question de savoir si la *fonte de forge* obtenue par l'air chaud n'offre pas des inconvénients par la difficulté que l'on trouve à l'affiner, et ce fait paraîtrait surtout avoir de l'importance quand on traite des minerais siliceux, car il semble que le fer qui en proviendrait serait plus difficile à affiner, donnerait plus de déchet au pudelage et manquerait de ténacité.

L'application de l'air chaud n'a pas été bornée aux hauts-fourneaux : des essais tentés en Wurtemberg sur les *fineries* ont donné une diminution d'un quart sur la quantité de combustible et augmenté la quantité de produit, en opérant sur de bonnes fontes à l'air froid; les résultats ne se sont pas soutenus quand on a opéré avec des fontes à l'air chaud.

GAZ CARBONÉS.

A l'emploi de l'air échauffé par la circulation dans des tuyaux enveloppés de combustible, M. Cabrol a substitué celui de l'air mêlé aux produits de la combustion de la houille, et chauffé à une très haute température. Il paraît peu probable que les gaz ou produits combustibles obtenus dans cette circonstance puissent agir comme réductifs, ainsi que le pense l'auteur, il l'est beaucoup plus que cet effet est dû à la vapeur d'eau qu'ils contiennent; mais malgré des opinions assez défavorables émises au sujet de ce procédé, des essais suivis avec soin paraissent avoir prouvé qu'il offre des avantages.

L'appareil consiste en un foyer placé dans une caisse en

fonte communiquant par le bas avec le régulateur de la soufflerie, et par le haut au porte-vent; l'air provenant de la machine soufflante traverse ce foyer et s'y l'échauffe à un degré déterminé par sa vitesse et la quantité de combustible. Le foyer et le porte-vent sont garnis en briques réfractaires, séparés de la caisse en fonte par une couche de charbon en poudre pour éviter les pertes de chaleur. Le foyer et la caisse sont renfermés dans une caisse plus grande, en fonte, dans laquelle l'ouvrier peut pénétrer pour garnir la grille ou faire tomber les cendres.

Pour les fourneaux au charbon de bois, l'appareil est beaucoup moins volumineux que pour ceux au coke.

La proportion de fonte produite pour une même quantité de combustible a été de beaucoup augmentée. Dans les essais faits à Alais, la proportion de castine a diminué d'un quart, les laitiers étaient bien vitrifiés, et coulaient très facilement, les tuyères étaient très brillantes, la fonte de bonne qualité, les coulées bien régulières; au gueulard et à la tympe il y avait à peine de flamme.

Le plus grand avantage qui résulterait de l'emploi de ce procédé serait la bonne qualité de la fonte, qui serait de beaucoup préférable à celle que l'on obtient à l'air chaud, s'affinerait mieux, avec moins de déchet et de combustible, et fournirait un fer d'une qualité bien supérieure.

C'est à l'expérience seule à prononcer sur la réalité et la continuité de semblables avantages, qui offriraient une très importante modification dans l'industrie du fer, et surpasseraient de beaucoup ce que la découverte de l'action de l'air chaud avait pu faire prévoir.

SUBSTITUTION DES COMBUSTIBLES CRUS AU CHARBON DE BOIS ET AU COKE.

Il pourrait sembler que nous aurions dû nous occuper de cette question avant celle de l'air chaud; mais comme ce dernier procédé peut être et a été employé avec le charbon de bois et le coke, et que la substitution des combustibles crus viendrait compliquer la question, nous ne devions traiter de ceux-ci qu'après avoir signalé ce qui regarde l'air chaud.

BOIS.

Le bois, à l'état ordinaire, en raison de la quantité d'humidité

qu'il renferme, ne fournit au maximum que 18 environ de charbon, comme nous l'avons vu à l'article CARBONISATION, à cause des nombreux produits volatils carbonés, auxquels il donne naissance par l'action de la chaleur; beaucoup de ces produits sont combustibles, et si l'on pouvait utiliser pour la réduction des minerais la chaleur qu'ils développeraient en brûlant, on réaliserait en même temps l'avantage que produirait la proportion de combustible nécessaire pour la carbonisation.

Mais, d'un autre côté, la vaporisation de l'eau hygrométrique, et la carbonisation, consommant une grande quantité de chaleur, la température des parties supérieures du fourneau pourrait être abaissée de beaucoup au-dessous de ce qu'exigerait la nature de l'opération, et il pourrait en résulter de graves inconvénients si cet abaissement atteignait une certaine limite. Cependant divers hauts-fourneaux en Russie ont employé avec avantage le bois en nature, et paraissent avoir obtenu des résultats assez favorables; mais il convient de faire observer que les hauts-fourneaux qui ont présenté une très grande économie, par le moyen de ce combustible, consommaient une proportion beaucoup trop grande de charbon, de sorte que l'avantage pourrait n'être qu'apparent; il paraîtrait d'ailleurs que la forme intérieure devrait être changée, et que les fourneaux sur lesquels on a suivi des travaux réguliers ont fourni, dans le même temps, une beaucoup moindre quantité de fonte que lorsqu'ils marchaient au charbon de bois; il paraît certain d'ailleurs que l'emploi du bois expose à des chutes de mine beaucoup plus fréquentes que dans le travail ordinaire.

Il y a tout lieu de croire, cependant, que le mélange de bois avec du charbon de bois peut être avantageux dans quelques circonstances.

HOUILLE.

Les diverses variétés de ce combustible employées pour le travail des hauts-fourneaux ne fournissent pas à beaucoup près la même proportion de coke; on peut admettre comme moyenne qu'elle monte à un et demi en volume, et 50 0/0 en poids; une grande quantité de produits combustibles s'en dégagent dans la distillation, et pourraient être utilisés

pour la réduction du fer; aussi dès long-temps a-t-on fait des tentatives pour introduire la houille dans les hauts-fourneaux; mais les résultats obtenus n'avaient pas été couronnés de succès; repris avec plus de circonspection, ils ont prouvé que non seulement ce combustible cru pouvait être employé dans les hauts-fourneaux en mélange avec du charbon ou du coke, mais même seul.

Il paraissait résulter des essais antérieurs, et tout rationnel en même temps, que la houille grasse ne saurait être avantageusement employée, parce que, pour se convertir en coke, elle se gonfle, se colle, et doit exercer dans le fourneau une pression qui tendrait à intercepter le mouvement de l'air; ce fait, que l'on ne peut révoquer en doute, n'a réellement d'application que pour les houilles très collantes ou susceptibles même de se liquéfier presque entièrement par la chaleur.

Comme, dans les essais faits de nouveau sur l'emploi de la houille, on a, dans beaucoup de cas, réuni ensemble l'introduction de ce combustible et celle de l'air chaud, il faut, pour bien juger de l'influence de chacune de ces causes, les examiner séparément, et l'expérience a démontré que l'on pouvait remplacer un quart, quelquefois moitié, et souvent même une plus grande proportion de coke, par de la houille, même en employant l'air froid, mais que l'emploi de l'air chaud augmentait singulièrement les avantages de ce mélange. Les produits volatils fournis par la houille coopèrent probablement à l'action générale qui s'exerce dans le haut-fourneau, car, sans cela, on ne pourrait se rendre compte de la diminution dans la quantité de combustible à laquelle on a pu parvenir dans quelques cas.

Il ne peut rester aucun doute sur la question de substitution dont nous venons de nous occuper; c'est sur son opportunité et son application plus ou moins complète, seulement, qu'il peut se présenter quelque incertitude; mais, avec des essais dirigés convenablement, on est à même de savoir, dans tous les cas, dans quelle limite on doit se renfermer.

EMPLOI DU BOIS IMPARFAITEMENT CARBONISÉ.

Lorsque le bois est chauffé en vases clos, à une température

insuffisante pour en dégager en totalité les produits volatils, le charbon qu'il fournit offre des caractères physiques tout différents de ceux du charbon ordinaire; sa couleur est brune, on y distingue encore les fibres du bois; il brûle avec flamme, sa densité est moindre que celle du charbon noir, et son pouvoir calorifique paraît être plus considérable; à cet état, il est désigné sous le nom de charbon roux, et peut servir a la confection de la poudre; mais il est trop friable pour être employé dans le haut-fourneau; par un mode de distillation convenable, le bois peut être amené à un état de carbonisation incomplète, dans lequel il paraît offrir de grands avantages pour le traitement du fer.

La première idée de cet emploi paraîtrait être due à M. Dufournel; mais M. Houzeau-Muiron est généralement reconnu comme l'ayant fait adopter dans les forges, et probablement sans avoir eu connaissance de la proposition de M. Dufournel.

On n'a pas encore fait de tentatives suffisantes pour être assuré s'il est possible d'obtenir dans les meules du bois imparfaitement carbonisé propre au travail des hauts-fourneaux; mais on se le procure facilement, comme nous le verrons, en utilisant la flamme du gueulard; et comme il est prouvé que le bois cru détermine beaucoup de chutes de mines; que, d'un autre côté, l'économie sur le combustible n'est réalisable que pour le cas d'une incomplète mais suffisante combustion, il est d'une grande importance que l'opération soit faite avec soin et sans perte; c'est ce à quoi l'on parvient au moyen de l'appareil que nous décrirons dans un instant.

Le bois incomplétement carbonisé offre aussi cet avantage, que, beaucoup moins hygrométrique que le charbon, il est moins variable dans ses effets dans les circonstances hygrométriques ou d'imbibition d'eau, dans lesquelles il peut se trouver placé.

On a fait sur l'emploi du bois, et même du bois imparfaitement carbonisé, une objection que nous ne devons pas passer sous silence : elle est relative au prix de transport à l'usine. Mais, en France, de un quart au moins à un tiers des AFFOUAGES sont à une distance peu considérable; si l'emploi du bois cru n'offre pas d'économie réelle sur la quantité, l'objection sub-

siste ; mais, comme le bois imparfaitement carbonisé paraît devoir procurer moitié d'économie, ce serait la moitié du combustible employé que l'on n'aurait à transporter que d'une faible distance, et alors on n'aurait que l'autre moitié à transporter des affouages éloignés, et il resterait à en calculer le prix rendu à l'usine, comparativement à celui d'une quantité double de charbon, qu'il faudrait y substituer, et il est probable que, dans la plupart des circonstances, l'avantage resterait au nouveau procédé ; dans tous les cas, ce ne serait jamais que sur une portion du charbon que porterait l'économie, et le bois carbonisé imparfaitement pourrait toujours être employé avec avantage pour la moitié au moins.

EMPLOI DE L'ANTHRACITE.

La quantité considérable de ce combustible que l'on rencontre dans quelques localités a conduit à faire des tentatives pour son emploi dans les hauts-fourneaux ; il est résulté de ces essais que le minerai carbonaté se fond bien et que la fonte obtenue est de bonne nature ; mais, sous le rapport économique, la question a été la plus défavorable possible, et le haut-fourneau entièrement abandonné.

Le fourneau mis en feu avec le coke de Rive-de-Gier, on remplaça successivement une partie de ce combustible par une quantité égale d'anthracite ; avec 1/10e la fusion s'opéra bien, mais déjà il y avait un ralentissement dans la descente des charges ; il s'augmenta avec la proportion de ce combustible ; à 4/10e l'anthracite en se délitant rendait difficile le mouvement de l'air qui sortait par la tympe en projetant des masses de laitier fondu, ce qu'on ne pouvait empêcher qu'en chargeant le devant des fourneaux de pièces de fonte ou de laitier solide ; du fer s'affinait sur les étalages, en portant à moitié la proportion d'anthracite les inconvénient augmentèrent.

En substituant du minerai cru au minerai grillé qui encombrait trop le fourneau et augmentant la quantité de vent, les charges descendaient mieux, les laitiers étaient meilleurs, les fontes grises et belles; en employant 5/10e d'anthracite; avec 7/10e les descentes étaient un peu moins rapides, avec 8/10e elles le

devinrent encore moins, et la fonte était truitée-blanc; à 9/10ᵉ même fonte avec projection de laitier et des engorgements, aussi avec l'anthracite pure il fut impossible de faire une coulée.

EMPLOI DE LA FLAMME DU GUEULARD DES HAUTS-FOURNEAUX.

La quantité de flamme qui se dégage au gueulard du haut-fourneau a nécessairement dû fixer l'attention relativement aux avantages qui pouvaient résulter de son application à divers usages ; aussi, depuis long-temps a-t-on cherché à la faire servir à la calcination du minerai, de la pierre à chaux, à la cuisson des briques, etc.; mais dans un grand nombre de cas, malgré l'économie importante qu'on y avait trouvée, on avait renoncé à l'utiliser par les inconvénients qui en résultaient pour la marche des hauts-fourneaux. Ces inconvénients résultaient surtout de ce que les fourneaux secondaires étant construits immédiatement au-dessus du gueulard, et, en faisant abstraction de quelque gêne dans le travail, en ce que, produisant un tirage souvent inégal en divers points, ils tendaient à augmenter les variations dans la marche du haut-fourneau, auxquelles on doit les attachements, les chutes de minerais, et beaucoup d'autres accidents analogues.

Pour profiter de la chaleur perdue au gueulard, sans nuire en aucune manière à la marche du haut-fourneau, il fallait donc ne se servir de la flamme qu'après qu'elle a complétement abandonné le gueulard, et l'attirer dans les appareils où elle doit être utilisée, sans produire aucun tirage sur le haut-fourneau; c'est ce qu'a fait M. Dufournel, et cette modification a permis de faire servir avec un grand avantage la chaleur du gueulard au chauffage de chaudières à vapeur, ou de l'air pour le soufflage des fourneaux. En partant de la même donnée, on a également utilisé cette flamme pour la carbonisation imparfaite des bois destinés au travail du haut-fourneau; ce qui offre cet immense avantage de fournir sans dépense une force motrice, l'air chaud ou le combustible dont on a besoin.

MM. Thomas et Laurens ont déjà établi, sur le système de M. Dufournel, un assez grand nombre d'appareils qui réalisent tout ce qu'on pouvait en attendre.

L'appareil qui doit être échauffé par la flamme du fourneau est établi à une certaine hauteur au-dessus de l'un des bords du gueulard; la flamme, en passant sous une voûte de 5 à 6 mètres de hauteur, ouverte antérieurement pour le service des chargeurs, arrive à l'appareil, où des courants d'air convenablement disposés servent à brûler les gaz.

L'appareil à air chaud est construit sur le système de tuyaux verticaux dont nous avons parlé précédemment, la chaudière à vapeur est à bouilleur.

Pour un fourneau au charbon de bois de 8 mètres, produisant de 2,000 à 3,000 kilog. de fonte par vingt-quatre heures, on peut chauffer une machine de 12 à 14 chevaux.

Après les charges de charbon, les gaz sortent froids et saturés d'humidité pendant quinze à vingt minutes; comme la machine diminuerait de vitesse, on combine la masse du fourneau avec la capacité de la chaudière, en faisant intervenir la température de la vapeur, de manière que la pression ne diminue que d'une quantité prévue, et dont on annulle l'effet sur la machine. Cette action n'aurait pas lieu, au moins au même degré, avec le bois imparfaitement carbonisé.

M. Dufournel avait cru que sur un fourneau produisant 90 à 100,000 kilog. de fonte par mois, et consommant 160 à 180 pieds cubes de charbon de bois pour 1,000 kilog. de fonte, on pouvait chauffer, avec la chaleur perdue, une machine de 40 chevaux; mais comme la chaleur absorbée par la fonte et les laitiers est au moins des 14 centièmes de la chaleur totale, et que la consommation par heure n'est que de 130 à 140 kilog. de charbon, la chaleur restante pourrait à peine suffire pour une machine de 23 à 24 chevaux.

Les appareils pour la carbonisation imparfaite du bois, pour lesquels a été pris un brevet, ont été décrits par M. Virlet; les fig. 34 et 35 en présentent une élévation et une coupe.

Comme on le voit, huit fours sont disposés sur deux lignes, à la partie supérieure du fourneau et en arrière du gueulard, surmonté d'une petite cheminée, dont on peut intercepter la communication dans le cas de réparation à l'appareil. Cette cheminée peut être partiellement ou entièrement close pendant le travail; on a remarqué que quand elle l'est en totalité,

une partie de la flamme reflue par l'ouverture laissée antérieurement pour les charges, et que l'on peut aussi clore à volonté.

On peut, sans nuire à l'appareil de carbonisation, placer au-dessus du gueulard un appareil à air chaud, et utiliser ainsi toute la chaleur développée, non seulement par la flamme dégagée, mais encore par la combustion des gaz qui se répandent inutilement dans l'atmosphère en échappant à l'inflammation.

Il existe entre les fours à carboniser un espace de six pouces (162 mm.) dans lequel circule la flamme; les plaques de fonte auxquelles on donne une épaisseur de 54 mm sont retenues d'un côté par les murs latéraux extérieurs, et de l'autre, quand il n'y a pas d'appareil à air chaud, par des piliers en briques construits aux angles, et dont chacun soutient les quatre angles des plaques des quatre fours, de sorte que ces piliers servent pour les huit fours.

S'il existe un appareil à air chaud, on place à ses deux extrémités des piliers supportant des marâtres sur lesquelles reposent les fours supérieurs.

Pour que le déchargement du four s'opère facilement, les plaques de fond sont inclinées d'arrière en avant de 15°; elles sont retenues en avant par des bandes de fer méplat maintenues au moyen d'ancres.

Les fours en briques réfractaires, 1, 2, 3, 4, fig. 35, présentent chacun une ouverture supérieure 7, 8, close au moyen de portes 5, 6, et une autre ouverture antérieure au-dessous desquelles sont placés des étouffoirs fermés par des tampons, et antérieurement par le moyen d'une porte gondée destinée à les vider.

Fig. 34, élevation du fourneau.

A massif du fourneau, B cheminée du gueulard, C ouverture du four à carboniser, D étouffoirs, E cheminée d'appel pour la flamme, F plaque servant à clore l'ouverture de la cheminée, *b* caisse pour la carbonisation, *c c* tuyaux d'appel pour la fumée qui sort du four.

Fig. 34, plan du fourneau à différentes hauteurs.

A gueulard du fourneau, 3, 4 caisses à la hauteur de la sole,

Fig. 34.

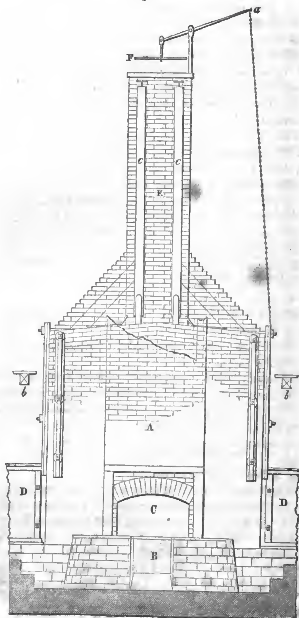
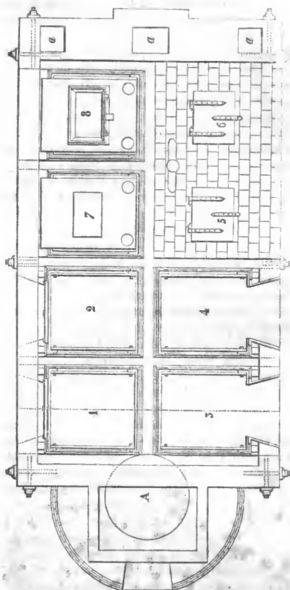


Fig. 35.



1; 2 caisses à la partie supérieure; 7 ouverture de chargement, 8 encadrement de l'ouverture ; 5, 6 portes gondées fermant les ouvertures; *a a a* cheminées partielles se réunissant dans la cheminée générale.

Entre chaque four et le mur extérieur, il existe un carneau de 162 millimètres de largeur ; chaque série de carneau communique avec la cheminée générale ; la série intérieure directement, et les deux latérales par des rampants.

Pour déterminer avec facilité l'inflammation des gaz dans l'appareil, on ménage près de l'entrée quelques ouvertures de 27 à 54 millimètres (1 à 2 pouces) que l'on peut clore à volonté.

Le bois débité à la main, ou mieux, à l'aide d'une scie circulaire, qui n'exige pas une force de plus d'un cheval, en billettes de 5 à 6 pouces (13 à 16 centimètres) de largeur, sont fendues s'il est besoin ; on parvient à les fendre avec une grande facilité au moyen de deux lames d'acier en croix, enchâssées dans un billot; suivant que la billette doit être divisée en deux ou en quatre, on la place sur une lame ou la réunion des deux ; pour obtenir un bon produit, il convient d'assortir les bois en réunissant les rondins ou les bois refendus.

Le bois refendu s'altère facilement, il n'en faut préparer que peu à l'avance.

La porte antérieure du four doit être margée, celle du chargement n'exige pas ce soin. Aussitôt que la chaleur réagit, il se dégage de la vapeur d'eau que remplace bientôt une fumée épaisse, noire, sentant la suie; cette fumée devient bientôt blanche, claire, très piquante, et prend fortement à la gorge; arrivée à ce terme, la carbonisation est suffisamment avancée; elle dure ordinairement de deux à quatre heures; trop rapide, elle s'opérerait à une trop haute température, il se dégagerait des matières volatiles, et le produit ne serait pas régulier dans ses caractères; bien conduite, elle donne un charbon plus homogène et en plus grande proportion.

Quand on n'a pas d'appareil à air chaud, il est bon de déverser la flamme par des ouvertures convenablement disposées afin de ne pas avoir trop de chaleur; dans tous les cas, il est indispensable de pouvoir régler la chaleur au moyen de registres.

Le bois bien carbonisé dans toute sa masse est noir, ou de couleur de café brûlé, et se pulvérise facilement.

Si la température a été bien conduite, la masse du charbon, dans chaque four, n'offre pas de différence sensible, quoique près des portes de déchargement où la température est moins élevée il y ait presque toujours un peu de bois mal carbonisé.

Pour le déchargement, il faut quelquefois éteindre avec un peu d'eau quelques charbons qui s'enflamment; la vapeur produite empêche presque toujours l'inflammation des autres parties.

AFFINAGE PARTICULIER.

On suit dans quelques parties du pays de Galles un procédé d'affinage de la fonte qui diffère beaucoup du procédé anglais que nous avons décrit. L'*affinage* s'opère dans un creuset beaucoup plus petit à une seule tuyère, qui, d'abord horizontale, devient ensuite extrêmement plongeante; le *fine-métal* coule du creuset dans un autre d'une forme analogue aux renardières ordinaires, dans lequel on le chauffe au moyen de charbon de bois. Une seule tuyère est disposée comme dans le premier fourneau; la masse est souvent agitée et présentée à la tuyère; on en forme des loupes qui sont portées sous un marteau à drôme pesant 700 livres. Les plaques obtenues sont chauffées dans un four *au-dessus* d'une masse de coke, on les place pour cela sur des barres que l'on fait pénétrer dans le fourneau par deux ouvertures latérales. Le fer ainsi affiné est très estimé et se vend à un prix presque double de celui qui a été pudelé.

PUDELAGE A LA TOURBE.

La TOURBE est employée dans beaucoup de cas comme combustible, mais son volume et à la proportion de cendres qu'elle fournit le plus habituellement limitent son usage à un certain nombre d'opérations; cependant, par de bonnes dispositions de fourneaux on peut même la faire servir au travail du fer. M. Alex s'étant bien convaincu que la flamme de la tourbe est plus longue que celle de la houille, a déterminé par expérience les dimensions à donner à

un four de pudelage destiné à brûler ce combustible. Son four, construit extérieurement en maçonnerie, plus économique que les plaques de fonte, est relié par des tirans en fer. La chauffe a une dimension beaucoup plus grande que dans les fours à la houille; le rapport de sa surface à l'espace entre le pont et la voûte est de 1 : 4,25. 2,5 pieds de tourbe séchée à l'air et chauffée 8 jours à 40° équivalant à un de houille, les volumes seront : : 8 : 1. Les dimensions de la chauffe doivent donc être dans ce rapport, et l'économie n'existe que lorsque le prix de la tourbe bien séchée est plus de huit fois moindre que celui du même poids de houille : c'est donc une question de localité.

PUDELAGE AU BOIS.

On a cherché à se servir de bois cru pour le pudelage; des essais ont prouvé qu'avec un four à chauffe plus profonde et dont le flux était plus étroit, on obtenait de bons résultats en brûlant un poids de bois sec égal à celui de houille employée pour la même opération. Mais l'opération exige du bois sec et des hangars d'une énorme dimension; la dessiccation exige des dispositions et des fours très embarrassants. Ce ne serait donc encore que dans quelques localités particulières que ce procédé pourrait être suivi avec quelque avantage.

PUDELAGE A L'ANTHRACITE.

Des essais ont été faits à Vizille pour le pudelage au moyen de ce combustible; il en est résulté que l'opération même sous l'influence d'un courant d'air forcé, n'a donné que de mauvais produits; mais dans des localités convenables, on pourrait avec avantage pudeler à la houille et finer à l'anthracite ; le fer obtenu serait de bonne qualité.

AFFINAGE DES FERS CASSANTS A FROID.

Les minerais qui contiennent des phosphates fournissent des fers cassants à froid : beaucoup de tentatives ont été faites pour en améliorer la qualité; l'emploi d'un calcaire pur a fourni de bons résultats, mais la proportion ne doit pas être trop grande, parce que les scories deviendraient réfractaires et le fer pailleux. L'observation a prouvé que le phosphate de

fer se produit en beaucoup plus grande quantité au commencement qu'à la fin de l'affinage; que ce phosphate se décomposant très facilement au contact des charbons, il faut très fréquemment faire écouler les scories et jeter dans le feu du calcaire; que, pendant la fusion de la fonte, il faut ajouter des scories riches, qui, par la chaux et l'oxide de fer qu'elles renferment, agissent à la fois sur le phosphate et le charbon de la fonte; que, dans la seconde partie de l'affinage, la décarburation de la fonte n'a pas lieu par les scories, mais par l'oxide de fer que fournit la fonte; et que l'addition de chaux est nécessaire pour empêcher la reproduction du phosphure de fer; qu'en raison de l'addition de chaux qui rend les scories sèches, il faut augmenter le vent; que le fer au contrevent est toujours moins bien purifié qu'à la varme, et qu'on obtient beaucoup plus de déchet que dans le traitement des fontes non phosphoreuses.

Un prix a été décerné par la société d'encouragement à M. Dufaud pour un procédé analogue à celui que nous venons d'indiquer. Mais bien antérieurement Rinnman avait employé la chaux pour le même but; il la mêlait avec une égale quantité de scories, et pour 260 parties de fonte donnant du *fer fragile à froid*, il ajoutait 140 de la matière vitreuse, et obtenait 190 de fer d'excellente qualité. Le chef de brigade Levavasseur était aussi parvenu à corriger les défauts du fer cassant à froid, en le chauffant dans un cément de chaux qui lui avait fourni de bons résultats.

Souvent des minerais qui ne renferment pas de phosphore, ne fournissent au four à pudeler que du fer de mauvaise qualité; diverses tentatives ont été faites pour l'améliorer. M. Schafhaütel a employé le mélange suivant qui a été appliqué avec beaucoup d'avantage en Bavière : 3 livres 3/4 (1k. 836) de sel marin, 1 livre 3/4 (857gr) de peroxide de manganèse, et 10 onces (306gr) d'argile à potier sont pulvérisés, bien mêlés, et introduits dans des cartouches de papier, par fractions de 150 grammes environ.

Quand la fonte est fondue et réduite en bain on y projette, de quart d'heure en quart d'heure, une cartouche; le papier brûle et la matière se répand sur le bassin, en décrépitant fortement; l'ouvrier l'y fait pénétrer au moyen de son ringard; ce

mélange paraît augmenter la production des bulles de gaz qui se produisent dans la fonte, la couleur des diverses parties du fourneau éprouve des modifications, et il paraît qu'il se dégage du chlore avec les produits de la combustion.

Ce procédé, suivi pour le traitement de fontes qui fournissent du fer *cassant à froid et impropre à la fabrication de la tôle*, a donné de *très bons fers.*

Dans d'autres forges on a joint à la fonte un peu de *nitrate de potasse*, qui procure des fers extrêmement nerveux; enfin, dans d'autres, uu mélange de *chaux, d'argile, et d'oxide de manganèse*, dont l'influence paraît également avoir été avantageuse.

Bien antérieurement aux essais que nous venons d'indiquer, en 1823, M. Le Gallois avait tenté l'emploi de l'oxide de manganèse dans le haut-fourneau, il était parvenu, par une addition de cette substance, à obtenir au haut-fourneau de Terre-Noire des fontes de qualité un peu meilleure que celle que l'on y obtenait habituellement.

CREUSETS-PUISARDS.

Le travail d'un haut-fourneau doit être conduit d'une manière aussi régulière que possible; les coulées éprouvent cependant des variations assez considérables. Dans les usines où l'on coule beaucoup de petits objets de moulerie pour lesquels on puise dans le creuset la quantité de fonte nécessaire, afin de ne pas déranger les coulées et d'avoir toujours une quantité de fonte suffisante à sa disposition, on a employé diverses modifications dont les deux suivantes ont fourni les meilleurs résultats. Un creuset légèrement conique séparé de l'avant-creuset par un mur de briques réfractaires, communique avec lui par un canal que l'on peut clore à volonté au moyen d'un tampon de charbon et de fraisil : ce n'est que plusieurs semaines après la mise en feu du haut-fourneau que l'on fait passer la fonte dans le creuset-puisard que l'on élève à une haute température au moyen de charbon. Une autre disposition, préférable quand le haut-fourneau n'a pas trois tuyères, consiste à disposer postérieurement un avant-creuset ne servant qu'à l'écoulement des laitiers, et d'établir sur la poitrine du fourneau le creuset-pui-

sard dont la pierre de tympe descend jusqu'à 0^{m},16 pour empêcher le passage des laitiers.

DE LA THÉORIE DU TRAITEMENT DES MINERAIS DE FER DANS LE HAUT-FOURNEAU, ET DE LA NATURE DES DIVERS PRODUITS ACCIDENTELS DE CETTE OPÉRATION.

Il est difficile de connaître exactement à quel état se trouvent, dans un haut-fourneau, les diverses substances qui y ont été introduites. On rencontre quelquefois il est vrai, en mettant hors-feu, des attachements de fer réduit et caverneux, d'autres fois des masses semblables tombent dans le creuset; mais comme elles proviennent d'un état anormal du haut-fourneau, il n'est pas possible de savoir si c'est par cet état que passe le minerai dans sa transformation en fonte: d'un autre côté, il arrive quelquefois à la tuyère des morceaux de coke et même de charbon; leur analyse prouve qu'ils ne fournissent plus de gaz par la calcination, et qn'abstraction faite des cendres, on peut les regarder comme du carbone.

On sait aussi que le mélange intime du minerai, du fer et du charbon, est non seulement inutile, mais serait même nuisible, et qu'il existe à peine un contact entre eux à l'état sous lequel on les introduit dans le haut-fourneau. M. Leplay a fondé sur l'observation de ces faits une théorie qui paraît bien rationnélle; d'après lui le charbon commence par former de l'oxide de carbone, qui produit une atmosphère réductive, au moyen de la quelle l'oxide de fer est ramené à l'état métallique; l'acide carbonique formé se trouve ramené par le contact de l'excès de charbon à l'état de gaz oxide de carbone, qui continue son action comme précédemment, et agit ensuite sur le métal en le carbonant.

Comme en raison de la très haute température qui règne dans le haut-fourneau, et surtout sous l'influence du fer, la silice est facilement décomposée par le charbon, ou le gaz oxide de carbone, le fer se combine à une plus ou moins grande proportion de silicium et de carbone, pour produire la fonte.

Sur un fourneau qui était à la fin d'un fondage, on pratiqua une ouverture assez large à la hauteur des étalages, le minerai qu'on retira, n'offrait aucun caractère de fusion; les

arêtes mêmes n'étaient pas arrondies, mais le fer était complétement réduit jusque dans l'intérieur des masses et assez mou pour être coupé au couteau, ce qui prouve qu'il n'était pas encore combiné au carbone, et qu'il avait été réduit par cémentation.

PRODUITS ACCIDENTELS.

On a souvent observé dans les joints des pierres qui entourent les ouvertures de tuyères, que la flamme peut traverser, et sur la tympe, une matière scorifiée, riche en alcali, que les ouvriers emploient pour faire la lessive; elle renferme au quintal 0, 385 de substances solubles, et 0, 615 de substances insolubles. La partie soluble renferme sur 100, carbonate de potasse 63, sulfat 37, silice des traces; les matières insolubles sont, en presque totalité, formées de silicate de fer.

Depuis peu, Clarke a trouvé qu'il exsudait autour des tuyères de divers hauts-fourneaux, à air chaud, en Écosse, un sel légèrement jaunâtre à l'état solide, incolore quand il est fondu, et qui renferme 53 p. 0/0 de cyanure de potassium, et le reste en carbonate de potasse et de soude. Les ouvriers se servaient de cette substance pour laver leur linge; sa quantité a été quelquefois si grande qu'il a fallu une brouette pour l'enlever; ses propriétés vénéneuses doivent fixer l'attention à cause des dangers qui pourraient accompagner son emploi.

On a signalé aussi l'existence d'une matière fibreuse, que l'on rencontre quelquefois à la partie supérieure de la fonte, et qui paraît être de la silice.

Enfin, on a quelquefois rencontré des cristaux de titane métallique dans le creuset : ce métal provient de l'oxide que renferment quelquefois. en petite quantité, diverses variétés de minerais ou de houilles.

DE DIVERS PROCÉDÉS PROPOSÉS POUR L'EXTRACTION DU FER DE SES MINERAIS.

Ces procédés peuvent être divisés en deux catégories bien distinctes; les uns ne sont relatifs qu'à des modifications aux procédés actuellement suivis, les autres en sont totalement différents : nous nous en occuperons successivement.

MODIFICATIONS AUX PROCÉDÉS SUIVIS.

1° *Fusion des minerais.* Le peu de changement qu'éprouvent le minerai et le combustible au-dessus des étalages, a fait penser à M. Gueniveau, que l'on pouvait modifier singulièrement la forme et la disposition des hauts-fourneaux, en divisant le travail entre deux sortes de fourneaux, les uns de préparation, les autres de fusion. Les premiers seraient des fourneaux à réverbère disposés à la suite, et au niveau du gueulard du fourneau de fusion, et chauffés par la flamme et les gaz combustibles; l'un servirait à la carbonisation de la houille, l'autre à la préparation des matières à fondre : la carbonisation de la houille se ferait plus économiquement que par les procédés ordinaires, par les gaz chauds et sans oxigène : le grillage dans le four de préparation s'opérerait avec facilité, et quand il serait produit, on mêlerait à ces minerais le combustible nécessaire.

Le fourneau de fusion serait construit comme la partie des hauts-fourneaux au-dessous du ventre, avec des étalages plus droits, parce qu'il n'existerait pas de colonnes de matières superposées; au-dessus se trouverait une voûte en brique, servant de communication avec les fours de préparations et les appareils à échauffer l'air, qu'on devait employer. Autour de cette chambre seraient pratiquées des ouvertures, fermées pendant la fusion, et destinées à passer des ringards pour faire descendre les matières arrêtées, ou nettoyer les parois de l'ouvrage. La cuve serait donc supprimée, et le fourneau n'aurait qu'une hauteur de 5 mètres pour le coke, et de 3 pour le charbon de bois.

Wilkinson a fondu du minerai de fer, au coke, avec un fourneau de $3_m,25$; et Bouchotte, avec un de 4^m, a obtenu de très bons résultats en consommant seulement un peu plus de charbon de bois; d'où M. Gueniveau conclut que les effets auraient été encore plus avantageux, si les matières eussent subi une préparation comme celle qu'il propose.

Des objections sérieuses ont été faites contre ces dispositions, qui ne sembleraient devoir produire autre chose que rendre horizontale la cuve des hauts-fourneaux, mais en rendant très difficile le travail des ouvriers chargés de faire tomber

dans le fourneau de fusion les matières provenant des fours de préparation. La seule chose que l'on puisse répondre à cet égard, c'est que l'on pourrait mieux conduire l'opération dans ce dernier cas, que dans le haut-fourneau, parce que l'on pourrait voir les matières et s'assurer de leur état, ce qui est impossible dans le haut-fourneau.

2° *Affinage. L'affinage* exige un temps considérable, parce que l'air est le seul agent d'oxidation employé; un mélange d'air chaud et de vapeur, injecté sur la fonte dans un four à réverbère, semblerait à M. Gueniveau pouvoir offrir des avantages, et réduire de beaucoup la consommation du combustible, et sans employer de machines soufflantes. Il est impossible de se faire une idée exacte sur l'emploi de ce procédé, sur lequel l'expérience seule peut prononcer. Voy. plus loin.

3° *Laminage du fer.* L'emploi de trois cylindres dans les *petits-mills* favorise singulièrement l'étirage du fer; on ne pourrait s'en servir pour les gros cylindres à dégrossir ou à espater, à cause de la hauteur à laquelle il faudrait élever le bidon ou la maquette, et qui rendrait difficile de les conduire dans la cannelure qu'ils devraient traverser. Tous sont placés horizontalement, et exigent des arbres très longs et des moyens de transmission qui consomment une grande force motrice. Pour les diminuer autant que possible, M. Gueniveau a proposé d'établir des laminoirs verticaux autour d'un cercle formé par une roue motrice, communiquant le mouvement à des engrenages également horizontaux, fixés sur l'axe des cylindres; par ce moyen on diminuerait aussi de beaucoup les dimensions de l'atelier.

Une très grande difficulté s'offrirait dans l'emploi de ce procédé : les pièces pesantes exigent un tablier placé en avant du laminoir, à la hauteur des cannelures, et sur lequel le lamineur repose la pièce pour la diriger facilement; comme les pièces passent successivement, et dans un temps très court, dans des cannelures de plus en plus petites, il faudrait que le tablier pût se soulever, et suivre exactement la marche de la pièce; en outre, quoique devenue plus maniable à mesure qu'elle s'étire, il serait très difficile à l'ouvrier de la diriger dans sa marche quand il arriverait à une certaine hauteur : il faudrait

nécessairement multiplier le nombre des laminoirs afin de leur donner moins de longueur, ce qui contre-balancerait peut-être, et bien au-delà, les avantages que l'on pourrait attendre de cette disposition.

M. Moisson-Desroches a proposé, de son côté, des modifications aux artifices employés dans la méthode anglaise; au lieu de donner aux cylindres ébaucheurs un mouvement de rotation, on leur en procurerait un de va-et-vient, de sorte que le fer passerait des deux côtés; on disposerait de la même manière les laminoirs à tôle; au lieu du rapport de 15 à 11 entre les cannelures, on pourrait adopter celui de 3 à 2; le fer se refroidissant beaucoup moins, on diminuerait donc le nombre des cylindres : ainsi on aurait huit paires de cylindres au lieu de douze. Chaque paire étant à 1 mètre de distance, il faudrait à peine dix secondes pour obtenir une barre de 5 mètres, tandis qu'on en emploie toujours plus de 50, et souvent 90 dans le travail actuel, avec une roue ayant à sa circonférence une vitesse de $1^{m},3$ au lieu de 3.

Pour faciliter le changement des dernières paires de laminoirs, on pourrait avoir des cages mobiles, que l'on substituerait les unes aux autres; et pour diminuer le refroidissement du fer, les fours seraient placés sur la circonférence d'un cercle dont les laminoirs occuperaient le centre.

INTRODUCTION DE LA VAPEUR D'EAU DANS LES HAUTS-FOURNEAUX.

M. Gueniveau avait proposé de tenter l'emploi d'une certaine quantité de vapeur, injectée en mélange avec l'air, comme moyen de faciliter la réduction des minerais par la production de gaz réductifs. M. Berthier regarde comme très défavorable le résultat que l'on obtiendrait; cependant un brevet d'importation a été pris récemment pour ce procédé, qui paraît suivi déjà avec avantage dans quelques fourneaux.

Il y a plus de trente ans qu'au fourneau de Ferrières, département de l'Eure, M. Bréant a remarqué le très bon effet que produisait l'introduction d'une petite quantité de vapeur mêlée avec l'air; à cette époque, on n'avait pas encore employé de tuyères à eau : celles dont on se servait brûlaient très rapidement; on avait imaginé d'y injecter un très petit filet d'eau

pour les refroidir; une petite quantité de vapeur se mêlait à l'air, et pénétrait ainsi dans le fourneau, dont la marche était très bonne depuis cette modification.

M. Bréant se servit avec beaucoup d'avantage de l'injection d'un peu de vapeur pour des fourneaux à manche qu'il eut occasion de construire; il fut arrêté dans l'extension de ce procédé par la crainte que la quantité de gaz combustible obtenue ne parvint, dans quelques circonstances, à produire quelque détonation dangereuse. On sait, en effet, comme nous l'avons signalé en parlant de la *mise en feu* des hauts-fourneaux, que lorsqu'on allume le feu par le gueulard, la flamme cesse quelquefois, et qu'en rallumant les gaz il se produit une explosion qui peut altérer la solidité de la chemise. L'effet produit serait beaucoup plus grave avec la vapeur d'eau, mais il nous semble qu'un accident semblable ne pourrait arriver lorsque le fourneau se trouve à une haute température; la proportion d'air qui y parvient avec la vapeur suffit toujours pour brûler les gaz combustibles produits; s'il en était autrement, il devrait pouvoir se former quelquefois des mélanges détonants, puisqu'il se produit sans cesse du gaz oxide de carbone, et que l'air est toujours saturé d'humidité, quand il est reçu dans un régulateur à eau.

Du reste, la proportion de vapeur à introduire doit être renfermée dans une limite que l'expérience seule peut permettre de déterminer; au-delà, elle deviendrait très nuisible, et il est probable que c'est avec l'*air chaud* ou les *gaz carbonés* qu'on pourra en utiliser l'emploi.

Des essais faits récemment par M. Bréant, dans les ateliers de M. Cavé, font entrevoir l'importance de cette application pour le chauffage du fer, qui se trouve beaucoup plus rapidement élevé à la température du *blanc-sondant*, sans éprouver autant d'oxidation que par l'action de l'air seul, et la possibilité de supprimer les machines soufflantes par l'injection dans la buse, d'un filet de vapeur qui détermine un courant d'air suffisant pour l'opération. Voy. Vapeur.

EXTRACTION DIRECTE DU FER DE SES MINERAIS.

Ce serait sans contredit un grand avantage que de pouvoir

obtenir du fer directement, au lieu de le transformer d'abord en fonte, pour ramener ensuite celle-ci à l'état de fer, en consommant une grande quantité de combustible et de main-d'œuvre; nous signalerons rapidement les tentatives faites dans ce but.

1° *Dans les fours à réverbères au moyen du charbon.* Il y a près de trente ans que MM. Mushet, Fièrejean et de Vanderbuch, ont fait des essais pour la réduction directe des minerais de fer au four à réverbère; ils ont prouvé la possibilité du résultat; mais pas plus que ceux qui ont été faits postérieurement, ces essais n'ont pas fourni de documents positifs sur la question économique.

M. Moisson Desroches pense que l'on réussirait en portant les bases suivantes.

Sur une même droite formant l'axe du four, on établirait la communication de plusieurs fours à pudeler, destinés au grillage et à la réduction du minerai; une haute cheminée serait annexée au dernier; la porte de chargement du dernier four serait dans l'axe même, afin de pouvoir pousser le minerai dans les précédents. Le minerai grillé serait poussé dans le four à pudeler, où il se fritterait, et ensuite dans un bain de laitier, d'où il serait porté à l'étirage. On ne consommerait que 1,63 de bonne houille, pour réduire 1 de minerai; tandis que par le procédé anglais on en consomme 8, non compris le combustible employé pour les machines, et avec un seul fourneau on pourrait obtenir 2,880 quintaux métriques de fer, ou 57,600 quintaux métriques avec vingt fourneaux, dont quatre seraient toujours libres pour les réparations.

2° *Par le gaz hydrogène carboné et l'oxide de carbone.* M. Dumas avait pensé que par l'emploi du mélange d'hydrogène carboné et d'oxide de carbone provenant de la décomposition de l'eau par le charbon on obtiendrait une réduction facile des minerais de fer. M. Grellet, qui a pris un brevet d'après ces indications, a obtenu des résultats satisfaisants sur une petite échelle; et l'on a observé que le soufre, le phosphore ou l'arsenic, se dégageaient en combinaison avec l'hydrogène; les difficultés que l'on n'a pas pu surmonter sont relatives à la séparation du fer réduit et des gangues; le lavage, la ventilation,

peut-être préférable, et la fusion sont les seuls moyens à employer; peut-être que le dernier, appliqué comme l'a proposé M. Moisson-Desroches, serait le plus avantageux. Nous ignorons si ces essais ont été continués depuis 1830.

TRAITEMENT DES MINERAIS DE FER A LA FORGE CATALANE.

Un certain nombre de minerais de fer facilement fusibles peuvent être traités par un procédé dans lequel le fer passe en une seule opération à l'état de fer, mais en s'unissant d'abord à plus ou moins de laitier, pour former une espèce d'acier. Nous l'indiquerons très brièvement.

Le fourneau, disposé comme une renardière, a sa rustine construite en granit lié avec de l'argile; l'angle formé avec le contrevent reçoit quelques massoques de fer forgé; la varme est formée de massoques posées l'une sur l'autre jusqu'à la tuyère, ainsi que le contrevent; le laiterol, également en massoques, les reçoit droites; la pierre de fond est en granit; l'air est injecté dans le creuset, le plus ordinairement par des trompes.

Le creuset étant rempli de combustible enflammé et noir qui s'élève au-dessus de l'ouverture de la tuyère, l'ouvrier divise la longueur en deux parties inégales: le tiers du côté du contrevent est rempli de charbon, les deux tiers du côté de la tuyère de minerai passé au crible ou greillade, de manière à former un talus qu'on recouvre de fraisil humide et bien battu; on donne le vent, et à mesure que l'on s'aperçoit que le minerai descend, on passe dessous du charbon, en recouvrant de greillade les parties qui donneraient issue à la flamme; on fait écouler les scories, et, de temps à autre, et à mesure que le minerai s'agglutine, l'ouvrier le réunit vers le centre, en continuant à percer le chio; quand le fer s'agglutine, on fait plus fréquemment des percées, et, en inclinant la tuyère, on rapproche le plus haut degré de température du point où se trouve le *massé*, qu'on porte sous le marteau pour le couper en deux *massoques*, l'une forgée immédiatement, l'autre maintenue chaude au moyen de scories et de charbon. Chacune des massoques est coupée en deux, et fournit deux *massoquettes*, qui sont étirées sous le marteau.

On obtient par ce procédé du *fer doux*, du *fer fort*, et du *fer cédat*. Le premier est toujours un peu aciéreux, mais très nerveux; le fer fort est un mélange de fer et d'acier en proportions variables; le fer cédat est un très bon acier naturel.

Les charbons durs, chêne et hêtre, sont préférés, dans les forges catalanes, aux charbons légers, sapin, aulne, pin, bouleau et châtaignier.

Pendant la première partie de l'opération, le minerai exposé à une chaleur médiocre, éprouve un véritable grillage; à mesure que la température augmente le fer se réduit par cémentation; les gangues pouvant fondre directement, produisent du laitier qui s'écoule à mesure que le fer prend corps. Mais sous l'influence du charbon, à une haute température, il forme une combinaison qui se trouve détruite en partie par la greillade que l'on ajoute, ce qui explique parfaitement l'état plus ou moins aciéreux des masses. Mais des expériences faites par M. Marrot ont prouvé qu'outre la continuité de l'opération dont on connaissait bien l'influence, l'oxide de manganèse favorise la formation de l'acier d'une manière extrêmement marquée.

FABRICATION DE L'ACIER NATUREL.

Dans le travail des forges catalanes on obtient toujours de l'acier; mais l'opération n'est pas conduite dans le but unique de se procurer ce produit, et la fabrication de l'acier naturel est montée sur un mode particulier d'affinage de la fonte.

Toutes les fontes ne se prêtent pas également à la transformation en acier. Dans divers parties de l'Allemagne on produit exprès des fontes blanches lamelleuses, ou des fontes rubanées, qui ne se forment qu'avec des minerais fusibles manganesifères, chargés en fortes proportions, et bien grillés. M. Stengel a remarqué qu'en se servant, comme fondant pour le fer spathique, du laitier très manganésifère produit dans l'opération, on obtenait de belle fonte lamelleuse.

L'affinage de la fonte traitée pour acier s'opère dans les mêmes fourneaux et avec les mêmes conditions que pour obtenir du fer, mais on travaille avec un vent fort pour liquéfier très promptement la fonte et une addition de scories, si elle a

de la tendance à se coaguler; jamais on ne soulève la masse.

On place dans le creuset un premier morceau de fonte avec des battitures cu des laitiers riches, pour garnir les parois, et successivement d'autres morceaux préalablement chauffés, en continuant l'addition de battitures ou de scories riches. Ce travail donne lieu à une grande consommation de charbon, et à un déchet qui va très souvent à un tiers. Arrivé au degré d'affinage, l'acier est ensuite coupé en morceaux que l'on soumet à l'action du martinet.

Ce produit est moins uniforme que l'acier de cémentation; mais il sert avec un grand avantage à la construction d'une foule d'instruments. (Voy. Acier.)

FER DE RIBLONS.

Les rognures qui proviennent de la fabrication de la tôle ou des fenderies ne pourraient servir à aucun usage à cause de leurs dimensions. On peut les employer pour fabriquer des fers d'une bonne qualité, en les rassemblant en trousses que l'on soumet à l'action du four à réverbère, dont la sole est creuse, à la chaleur d'un blanc fondant, et les martinant ensuite aux dimensions voulues. On fait aussi beaucoup de fer de riblons avec de vieux clous et toutes sortes de rognures, mais le fer que l'on obtient n'est pas toujours de bonne nature, à cause des défauts des matières premières employées, de sorte que l'opinion sur les qualités avantageuses de cette sorte de fer ne peut être relative qu'à celui que l'on obtient avec les rognures de bonnes tôles.

Comme le fer est presque toujours fortement oxidé, il se produit une grande quantité de scories très chargées de métal, qui forment un bain sur la sole, et facilitent le traitement.

DES DIVERSES VARIÉTÉS DE FER.

Dans quelques usines on est dans l'usage de *parer* le fer; on le chauffe au rouge après l'étirage, et on le martine pour faire détacher la couche d'oxide et lui donner des arêtes vives.

En martelant le fer à froid, on lui donne une couleur ardoisée et un aspect agréable, mais au détriment de ses qualités; quelquefois on le pare au rouge brun. Dans les deux cas

il devient cassant, mais si on le recuit ensuite, le bon fer reprend ses qualités, tandis que le mauvais conserve son aigreur.

On distingue les fers en *mous* et en *durs*.

Fers mous. Ils se plient bien à froid, et s'étirent facilement; leur texture est grenue, mais après le martelage ils offrent beaucoup de nerfs et deviennent fibreux. On en distingue plusieurs variétés.

1° *Fer mou et tenace.* Il peut se plier plusieurs fois sur lui-même, à froid ou à chaud, sans se fendiller; mais il s'allonge sous une traction.

2° — *mou aigre.* Cassant à froid quand on veut le ployer, il est facilement plié à chaud. Cette mauvaise qualité peut provenir de ce que le fer a été trop chauffé; il reprend alors ses qualités premières par le forgeage, après une chaude grasse, mais s'il reste avec ses défauts, son aigreur provient du silicium.

3° — *mou et cassant.* A froid il ploie un peu, à chaud on peut le forger, mais il se brise par un choc un peu violent, ou une forte compression.

Fers durs. Ils sont grenus, et perdent difficilement cette texture par le martelage.

1° *Fers durs et forts.* On peut les plier sous toutes les formes, à froid comme à chaud; ils s'étendent très peu par la traction.

2° — *Durs et aigres.* Ils cassent à froid, se forgent mal et brisent quelquefois à chaud.

3° — *Durs et cassants*, ou *fers tendres.* Cassants à froid, ils se ploient facilement à chaud : tous les fers phosphoreux présentent ce caractère.

4° — *Durs et rouverains* ou de *couleurs.* Cassants à froid, ils se ploient à une chaleur rouge, mais s'égrènent sous le marteau à une température trop élevée; ils contiennent presque tous du soufre.

On essaie le fer, dans les usines, par la percussion, ou en le courbant sur lui-même.

Les barres sont jetées avec force sur une enclume étroite, par un ouvrier qui les élève au-dessus de sa tête, et on ploie ensuite à plusieurs reprises leurs extrémités; si leur poids est

trop fort pour faire l'essai de cette manière, on les pose en porte-à-faux sur une enclume, on les frappe avec un marteau à panne étroit, et on les redresse ensuite.

Des barres pourraient se briser en deux morceaux sans que le fer fût de mauvaise qualité, et par suite du martelage à froid; mais quand elles se cassent en plusieurs fragments, le fer est toujours mauvais.

En Suède on a adopté un autre mode d'essai : l'extrémité de la barre est callée dans une ouverture pratiquée au milieu d'une pièce de bois encastrée dans le sol; l'ouvrier la plie à angle droit, la redresse, la plie en sens inverse, et la redresse de nouveau : le fer doit être de très bonne qualité pour résister à cet essai.

Les ouvriers qui emploient le fer l'essaient à la forge, à différentes températures, et en le soudant sur lui-même à diverses reprises : c'est un moyen infaillible de reconnaître ses caractères.

On a cherché à utiliser les laitiers provenant du travail du haut-fourneau ; nous nous occuperons de ces applications à l'article Laitier; nous renvoyons également à l'article Malléable (Fonte) ce qui a rapport à l'*Adoucissement de la fonte*, sur laquelle des essais récents rappellent l'attention.

H. Gaultier de Claubry.

HAUTBOIS. Voy. Instruments a vent.

HÉMATINE. Voy. Bois de teinture.

HERBAGES. (*Agric.*) On a déjà décrit, à l'article Graminées, les meilleures et les plus importantes des plantes propres à la formation des *herbages*. Ce dernier terme sera considéré ici dans son sens littéral et générique de *terrain planté en herbes fourragères*, susceptible d'être divisé en deux espèces, sous le rapport de sa destination ; savoir : les *prairies*, où l'on a principalement en vue la conversion de l'herbe en foin propre à la nourriture sèche des bestiaux à l'étable, et les *pâturages*, où, sans renoncer entièrement à cette récolte, obtenue par les procédés réguliers d'une fauchaison plus ou moins répétée sous l'influence de circonstances plus ou moins favorables, on abandonne cependant une partie des produits herbagers au bétail, pour être, suivant certaines conditions, consommés par lui sur pied

et en vert. Mais le bétail lui-même étant d'espèces très différentes et son action sur l'herbage étant aussi très variée, il y aura d'abord à considérer, dans la formation des herbages, les rapports qui devront se trouver, pour le maintien de leur bon état et la prolongation de leur durée, entre l'espèce d'herbe à consommer sur place par le bétail, et la manière dont celui-ci est destiné par son organisation à procéder à cette consommation. Ces relations sont importantes à étudier et à bien connaître, pour s'occuper judicieusement du choix des principales plantes qui doivent entrer dans la formation des herbages, et qui seront plus nombreuses et plus variées, si toutes les espèces ou plusieurs espèces de bétail y doivent paître successivement, que si une seule espèce, comme des chevaux, des bœufs ou des moutons, doivent s'y nourrir pendant toute la partie de l'année qui n'aura pas été réservée à la récolte du foin. D'autres circonstances encore sont à considérer ici, telles que la qualité du sol cultivable, plus légère ou plus tenace, plus sèche ou plus humide, et sa couche plus superficielle ou plus profonde, et plus ou moins propre ainsi aux racines traçantes ou aux racines pivotantes. Dans les sols d'une nature et d'une composition mixte, c'est-à-dire où aucune de ces qualités ne l'emportera sur l'autre d'une manière prépondérante, il sera d'une bonne prévoyance de mélanger davantage les graines, et l'on peut être sûr que l'espèce dont le terrain favorisera davantage le développement sera suffisante pour le bien couvrir en prenant bientôt la place de celle qu'il aura repoussée.

La terre, quoi qu'on fasse, renferme toujours dans son sein une multitude infinie de germes que toutes les opérations préparatoires ne parviennent pas à détruire, que les nombreux remuements de la terre contribuent même à faire éclore, et si le choix rigoureux et l'ensemencement isolé des graines sont une chose praticable pour ces petites pièces de gazon destinées à l'ornement des jardins, et dont le tapis homogène est compté parmi leurs beautés, et ne peut être maintenu que par de rigoureux sarclages, il ne peut guère en être ainsi dans la formation des gazons herbagers, à laquelle doivent d'abord présider ces principes d'économie qui peuvent seuls assurer le succès à des entreprises agricoles, si peu lucratives de leur nature. Il

suffirait, en pareil cas, de se procurer des meilleures prairies du voisinage des graines ramassées au pied des meules, ou dans les greniers où le foin en provenant y aurait été serré, ou dans les râteliers où il aurait été consommé, et de les semer dans des terrains convenablement préparés. Si, en même temps que la bonne herbe lèvera, la terre produit de ces herbes fortes et dures que l'on sait impropres à former de bons fourrages secs, on les extirpera facilement en un ou deux sarclages pratiqués par des rangées de femmes et d'enfants, ayant à leur tête un surveillant intelligent, et l'on verra l'aspect que présentera bientôt sa surface. Mais il ne faut pas croire que cet aspect soit long-temps le même; des plantes d'abord inaperçues ou peu nombreuses succéderont abondamment à d'autres, et il s'opérera une sorte d'assolement naturel par suite duquel les débris des plantes anciennes serviront de berceau et de nourriture à des plantes nouvelles. On serait étonné, si l'on voulait prendre le soin de l'observer, des changements que peut subir ainsi la flore de la même prairie dans le cours de dix années. Ce que nous venons de dire, au surplus, n'a pas pour objet d'établir qu'il ne faille apporter aucun soin dans le choix des plantes destinées à la formation des herbages, mais seulement de faire comprendre que ce choix est modifié dans la pratique par des circonstances qui doivent nous détourner de faire des principes une application trop rigoureuse, et coûteuse par conséquent; et il faut accorder à la fertilité naturelle du sol une partie de son influence. Quant au mélange de bonnes espèces, il se trouvera produit avec le plus d'avantages possibles en se procurant les graines nécessaires à l'ensemencement de la manière que nous avons indiquée. Par cette manière, on obtient en général des graines parfaitement mûres, parce que ce sont celles qui sont plus mûres qui se détachent plus facilement des tiges desséchées, et que l'on trouve ainsi plus abondamment dans les râteliers, dans les greniers, au pied des meules. Un coup de van les dégage des débris auxquels elles se trouvent mêlées; et on les sème plus ou moins dru, suivant qu'elles sont plus ou moins épurées, que leur qualité paraît plus ou moins bonne, et que le sol est plus ou moins fertile et bien préparé. Les graines les plus fraîches, surtout parmi les graminées et les légumineuses,

sont en général celles qui lèvent le mieux et qui acquièrent plus de vigueur. Leur mauvaise odeur ferait craindre un commencement d'échauffement ou de pourriture qui pourrait nuire à la germination. Du reste, on fera bien d'essayer les graines que l'on n'aurait pas récoltées soi-même.

La préparation du terrain consiste dans des labours, hersages et roulages, qui ont pour but la destruction des mauvaises herbes et l'ameublissement du sol; une culture sarclée offre les mêmes avantages, et paie par ses produits des frais dont ceux de l'engrais profiteront encore au succès du pâturage. La prolongation de cette influence de l'engrais doit engager les agriculteurs à ne convertir à la fois en semis d'herbages permanents que la quantité de terre qu'ils auront pu amplement fumer; un parcage, une récolte enfouie en vert produiront aussi un bon effet. Les labours ne sauraient être trop profonds si le sol est bon, mais il faut éviter de semer sur un labour trop récent, parce qu'on serait exposé à perdre une partie des semences, surtout si elles sont fines. Lorsque le guéret n'est pas assez rassis, on le plombe à l'aide de rouleaux d'un poids proportionné à la légèreté du sol; on y traîne une herse renversée et chargée de pierres; ou le soumet par le parcage au piétinement des moutons. C'est un grand avantage indépendamment du fumier qui a déjà été enterré, de répandre sur la terre toute prête à recevoir la semence, un compost pulvérulent destiné à être recouvert en même temps qu'elle, ou des terres de mares exposées depuis une ou deux années au soleil, ou un mélange de terre végétale, de chaux, de cendres lessivées et de fumier d'étable répandu à la volée.

Toutes les fois que les semis d'automne peuvent réussir, ils sont préférables à ceux du printemps, parce qu'ils donnent en général des produits plus prompts et plus abondants. Cette règle s'applique plus rigoureusement aux terrains chauds, secs et élevés; il faut cependant en excepter les terrains très argileux, qui par leur compacité retiennent l'eau des pluies automnales en assez grande quantité pour faire périr les graines. Dans ce cas, on diffère avec raison l'ensemencement jusqu'au printemps. L'époque des semis est aussi subordonnée à l'ordre de certains travaux de culture et à la constitution du climat, caractérisée en certains

lieux par des pluies estivales. Du reste, les plantes herbagères de pâturages se sèment à la volée en une seule fois, lorsque la grosseur des graines est à peu près égale; en deux fois si l'inégalité est trop sensible. On répand d'abord, après les avoir préalablement mêlés ensemble, les grains les plus volumineux; puis on les recouvre par un hersage d'autant plus énergique qu'on veut les enfoncer plus profondément. On mêle également ensuite, et on sème sur ce hersage les semences les plus fines que l'on enterre, suivant l'espèce de graine, à l'aide de la herse ou du simple rouleau. Quand on sème au printemps sur un froment d'automne, l'expérience a prouvé qu'il vaut mieux herser d'abord le blé sans s'inquiéter de briser une partie de ses feuilles, répandre ensuite la semence, et la recouvrir aussitôt par un second coup de herse plus ou moins appuyé, suivant la légèreté de la terre; quant à la quantité des graines à employer sur des espaces donnés, elle varie beaucoup suivant les espèces, la qualité des graines, la nature et la préparation du sol, l'état du ciel et les circonstances météorologiques.

Les soins généraux d'entretien des herbages comportent cinq choses principales : 1° la destruction des plantes inutiles ou nuisibles, soit aux bonnes plantes, soit aux bestiaux eux-mêmes; 2° celle des animaux nuisibles; 3° les engrais et amendements répandus en saison convenable sur la surface du sol; 4° les dessèchements et irrigations; 5° les regarnies par semis partiels. Les mauvaises herbes sont considérées comme telles à cause de leurs qualités délétères; à cause de la saveur désagréable qu'elles communiquent à certains produits des animaux, comme le lait, le beurre; à cause de leur envahissement sur les bonnes plantes. On peut en débarrasser les champs à l'aide de la pioche, de la herse ou de l'échardonnoir; au moyen d'engrais superficiels et d'amendements calcaires, salés, excitants; par certaines combinaisons dans le fauchage qui opèrent la destruction de ces plantes. L'agriculture possède encore bien peu de moyens de soustraire les herbages aux ravages de divers animaux, tels que les mulots, les vers blancs, les courtilières, les sauterelles. En même temps qu'on s'occupe de la poursuite des taupes, il faut s'appliquer à détruire les taupinières au moyen de la bêche, de la pelle, de la herse renversée, du rouleau ou de la *rabattoire*;

leur dispersion sur le sol produit un excellent effet en faveur des herbes voisines qu'elle réchauffe. — Pour ce qui regarde les Dessèchements et les Irrigations, voyez ces mots ainsi que le mot Arrosement.

La durée des herbages repose en grande partie sur l'art de les entretenir purs, abondants et vivaces. Si les irrigations y contribuent beaucoup, les engrais et les amendements n'y contribuent pas moins; et la combinaison de ces deux principes d'amélioration, jointe à quelque degré de chaleur, les porte à leur plus haut degré de prospérité. En renvoyant le lecteur à ce que nous avons dit en général aux mots Amendements et Engrais, nous ajouterons ici que les herbages proprement dits étant destinés à être pâturés pendant presque toute l'année, au contraire des prairies, dont les produits sont enlevés sans compensation par la faux à mesure qu'ils se forment, ont moins besoin d'être fumés que celles-ci, puisqu'ils reçoivent journellement, en échange de la nourriture que les bestiaux y trouvent, la plus grande partie des engrais qui en proviennent. Il faut les fumer, sans doute, mais en moins grande proportion que les prairies. On confond généralement sous le nom d'engrais, les fumiers proprement dits et les divers amendements ou stimulus de la végétation; mais leur action est si différente, qu'elle doit porter à les distinguer dans leur application. Les fumiers longs d'étable peuvent se répandre dès l'automne; mais les fumiers consommés se répandent plus également. Le choix et l'emploi des fumiers sont déterminés par leur nature et leur rapport avec les qualités de terrain. Les moins chauds et les plus gras, comme ceux de vache et de cochon, conviennent aux terres exposées à la sécheresse; les engrais chauds au contraire, tels que ceux de chevaux et de moutons, aux herbages plus humides. Tantôt on fait usage de ces engrais à l'état sec; tantôt on arrose les pâturages avec du fumier fort étendu d'eau. Le meilleur moyen d'utiliser les différentes substances fertilisantes, c'est de les mêler et de les réduire en composts, où l'on peut faire entrer les fumiers d'étable, les différentes terres et les autres matières fertilisantes propres à leur donner de l'énergie : on mélange et on remue plusieurs fois les substances pendant la belle saison et on les répand pendant l'automne. Les terres, même sans ad-

dition de fumier, sourtout quand elles sont de qualité un peu différente du fond de l'herbage, étant d'abord exposées à l'air libre, et cela peut se faire économiquement, et ensuite répandues sur l'herbe qu'elles *rechaussent*, peuvent être un fort bon amendement, ainsi que les cendres lessivées, celles de tourbe, les cendres pyriteuses, et, sur les fonds légers et secs, les argiles marneuses. Les amendements calcaires et alcalins, convenables aux herbages bas et humides, n'opèrent cependant que d'une manière imparfaite sur les terrains mal égouttés; il faut donc les répandre avant la saison des grandes pluies, et, dans certains cas, aussitôt après la fauchaison.

Nous avons indiqué les semis partiels comme un moyen d'entretien des herbages. Le premier élément de leur succès est de les faire précéder par un hersage aussi complet et aussi profond que possible. Le scarificateur, en pareil cas, remplace avantageusement la herse; on roule ensuite pour unir la surface du terrain, s'il l'on a des graines fortes à semer; quand ce sont de petites graines, on ne roule qu'après les avoir répandues; il faut par dessus répandre ensuite du compost ou du fumier consommé, et rouler une dernière fois.

Des trois manières d'utiliser les produits des herbages, le pâturage proprement dit, la consommation en vert de l'herbe fauchée, et la fenaison, le premier est celui qui doit nous occuper ici; sur le troisième, voyez le mot Foin. Dans un assez grand nombre de lieux, on met les troupeaux sur les herbages fauchables pendant une partie de l'hiver et du printemps. Quand le sol est suffisamment ressuyé, et qu'on ne laisse pas les animaux séjourner trop long-temps sur l'herbage, ce pâturage, qui est ancien, présente en général plus d'avantages que d'inconvénients. Les moutons et surtout les brebis nourrices s'en trouvent à merveille; et leur façon de brouter l'herbe est elle-même fort avantageuse à l'herbage. En automne, le pâturage des herbages bas et humides pourrait devenir nuisible à la santé des moutons, aussi les préfère-t-on pour les bêtes bovines. Il est avantageux au bon entretien des herbages et à la prolongation de leur durée, de n'en tirer annuellement qu'une récolte fauchée, de livrer le pâturage du printemps aux bêtes à laine, et celui d'automne aux bêtes à cornes, auxquelles on abandonne

les regains. Ces bêtes à cornes sont celles qui endommagent le moins les herbages, en ce qu'elles broutent les herbes à une certaine hauteur sans jamais les arracher. Le cheval tond l'herbe un peu plus court que le bœuf, et l'effet de son piétinement est nuisible à la reproduction. Les bêtes à laine pincent l'herbe beaucoup plus près encore, et il faut se garder de leur livrer les herbages nouvellement semés. Soulange Bodin.

HERSE, HERSAGE. (*Agric.*) Cet instrument varie de pays à pays. On voit des herses de toutes les formes : les unes sont triangulaires, les autres forment un carré long, à courbure, et sont armées de pointes de fer aiguës ou de lames de couteau ; d'autres sont faites en chevilles de bois, en clayons, en branchages, etc. Celles qui sont garnies de pointes ou lames de fer sont les plus avantageuses pour la culture des terres, principalement lorsque celles-ci sont compactes et chargées de mottes; les herses légères, ou dont les pointes sont en bois, conviennent aux terrains sablonneux, et sont employées soit pour niveler un sol déjà ameubli, soit pour recouvrir les menues graines de toute espèce.

Le hersage, pour produire tout son effet, doit être exercé en tout sens, avant comme après les semailles. Les hersages croisés, appliqués à l'entretien des prairies artificielles, et pratiqués avant l'apparition des premières pousses, servent à rajeunir les vieilles luzernières et les vieux sainfoins, et augmentent leurs produits d'une manière remarquable, surtout lorsqu'on peut, avant l'opération, répandre sur le sol quelques engrais, un peu de plâtre, des cendres, etc.; il suffit que la quantité de ces matières soit à peu près égale à celle des grains que l'on emploierait pour ensemencer en céréales. Le hersage est aussi fort utile au printemps, pour ouvrir la terre des champs de blé, lorsqu'un hiver humide ou des pluies battantes l'ont trop raffermie; il sert encore à déraciner les plantes étrangères à celles que l'on cultive, telles que la mousse. On peut semer des grains pour seconde récolte après un simple hersage. Le *plombage* est l'opposé du hersage, et résulte de l'action du rouleau, qui raffermit la terre après les semailles, après les gelées, et lorsqu'elle a été soulevée par de longues chaleurs ou par les ravages de quelques animaux. Plus les racines des plantes sont superficiel-

les, plus il faut avoir soin de raffermir le sol par le plombage. (Voy. INSTRUMENTS ARATOIRES.) SOULANGE BODIN.

HÊTRE. Voy. Bois.

HONGROYEUR. (*Techn.*) On désigne par ce nom ceux qui préparent les cuirs par la méthode expéditive suivie depuis long-temps en Hongrie, et qui consiste à les passer au suif après les avoir trempés dans une dissolution d'alun. Cette opération se pratique aujourd'hui en France, et particulièrement à Paris, avec beaucoup de succès. Cette méthode offre l'avantage de pouvoir terminer la préparation des peaux en moins de deux mois.

Les cuirs de Hongrie sont préparés en blanc; on emploie pour les confectionner les peaux de bœuf les plus épaisses. Après les avoir écornées et rasées, comme cela se pratique pour le tannage ordinaire, on les trempe pendant vingt-quatre heures à la rivière, puis on les place dans une grande cuve et on les couvre d'eau tiède. Un ouvrier les foule alors avec les pieds, en changeant d'eau jusqu'à quatre fois. Cette opération doit se faire assez promptement pour éviter un commencement de fermentation, car alors la fleur serait endommagée et s'enlèverait à la faux.

Les peaux ainsi nettoyées sont portées dans le bain d'alun, que l'on fait chauffer légèrement.

Ce bain se prépare de la manière suivante : on fait fondre dans la quantité d'eau nécessaire, 15 à 18 kilogrammes d'alun, et 5 à 6 d'hydrochlorate de soude (sel ordinaire), par cent kilogrammes de peaux fraîches que l'on veut préparer; on y fait tremper les peaux pendant huit jours, après quoi elles sont foulées de nouveau. Ce nouveau foulage doit être fait avec beaucoup de soin, sans quoi les cuirs offrent des parties dures nommées *cornes*, et manquent de souplesse. Après cette opération on les sèche, on les plie en deux en les étirant soigneusement pour éviter les plis.

Curaudeau présumant que l'effet de l'alun sur les cuirs était dû à l'excès d'acide que contient ce sel, essaya de lui substituer l'acide sulfurique. A cet effet il fit fondre dans 100 parties d'eau, 10 parties d'hydrochlorate de soude, et y ajouta 2 parties d'acide sulfurique concentré. Il assure que ce bain

lui réussit parfaitement, et que les peaux, après y avoir séjourné vingt-quatre heures seulement, peuvent en être retirées et séchées; elles sont alors aussi avancées que si elles étaient demeurées huit jours dans le bain d'alun.

Lorsque la dessiccation est entièrement terminée, on coupe chaque peau en deux bandes ; on les étale alors sur une table inclinée, après avoir placé dans le pli une baguette d'un pouce de diamètre ; un ouvrier les foule avec les pieds en faisant rouler la baguette dans toute l'étendue du cuir. Cette opération, qui a pour but d'ouvrir les pores de la peau, se fait avec les pieds chaussés de gros souliers. Le foulage à la baguette doit être complet pour disposer la peau à recevoir le suif.

Les peaux ainsi préparées sont exposées au soleil et passées au suif ; pour cette opération on porte les bandes dans une étuve, et on les place sur des perches. Lorsqu'elles sont convenablement chauffées on les étend une à une sur une table, le côté de chair en dessous, et on y passe du suif fondu autant qu'elles peuvent en absorber. Alors on les place sur une seconde table, où on les empile successivement jusqu'à ce que l'opération soit terminée.

Le suif que l'on emploie est de qualité inférieure ; chaque bande en absorbe environ un kilogramme et demi. Il doit être fondu et chauffé au point convenable ; il faut saisir le moment où il commence à petiller lorsque l'on projette dessus un peu d'eau ou de salive ; s'il était trop chaud il brûlerait le cuir, trop froid il ne le pénétrerait pas.

La dernière opération consiste à flamber les cuirs : pour cela deux ouvriers saisissent chaque bande par les deux bouts et les exposent successivement, pendant une minute, à la flamme d'un brasier, en présentant au feu le côté de chair ; cette chaleur ouvre les pores et achève de faire pénétrer le suif ; les bandes sont empilées de nouveau, et laissées ainsi pendant une heure environ. Alors on les étend à l'air pour les refroidir, le suif se fige, et les peaux reprennent leur consistance.

Cl. Évrard.

HONORAIRES. (*Construction.*) Il n'existe, pour la fixation des honoraires des architectes, aucune base positive et légale

que celle qui résulte de l'article 159 du tarif des frais et dépens pour le ressort de la Cour royale de Paris, lequel porte le prix de chaque vacation de trois heures des architectes et autres artistes employés comme experts, savoir : dans le département de la Seine, à 8 fr.; et dans les autres départements, à 6 fr. Il résulte en outre de l'article 161 qu'il ne peut être compté plus de quatre vacations par jour.

C'est d'après ces bases que les architectes sont ordinairement rétribués, non seulement pour les opérations contentieuses dont ils peuvent être chargés par les tribunaux, mais encore pour les opérations plus ou moins analogues au compte des particuliers ou des administrations publiques.

En ce qui concerne les opérations qui constituent plus particulièrement les fonctions d'architecte, elles sont quelquefois rétribuées, et principalement par un certain nombre d'administrations publiques ou particulières, au moyen de traitements fixes, proportionnés au plus ou moins d'importance de ces fonctions, de talent et d'assiduité qu'elles exigent, etc.

Mais le plus souvent, et principalement pour les travaux qui s'exécutent au compte des particuliers, il est d'usage d'allouer aux architectes une rétribution proportionnelle à la valeur des travaux mêmes. Lorsque l'architecte a, 1° conçu et rédigé les projets et, s'il y a eu lieu, les devis des travaux; 2° conduit et surveillé leur exécution; 3° et enfin vérifié, ou fait vérifier, et réglé les mémoires ou comptes de ces travaux, cette rétribution est ordinairement de *cinq pour cent* du montant du règlement. Si, comme il peut arriver assez souvent, l'architecte n'a procédé qu'à une ou deux de ces trois opérations principales, le prix particulier peut en être déterminé en partageant par tiers l'allocation totale; telle est du moins à peu près la jurisprudence actuelle du conseil des bâtiments civils (1).

(1) Par un ancien avis (12 pluviose an VIII), ce conseil, en fixant, conformément à l'usage, le taux des honoraires à cinq centimes pour franc, en avait établi ainsi la répartition :

Confection des plans et devis	1 cent.	1/2
Conduite des ouvrages	1	1/2
Vérification et règlement	2	»

Il estimait en outre que ces allocations doivent être doublées lorsque les tra-

Relativement aux travaux d'architecture qui s'exécutent dans la capitale sous la direction immédiate du ministre de l'intérieur, ce mode de rétribution est modifié de la manière suivante.

Pour ces travaux, les architectes ne sont personnellement chargés que de la rédaction des projets, devis et détails de construction et de décoration. Quant à l'exécution même, ainsi qu'à la réception et au règlement des travaux, ils y coopèrent sans doute, mais à titre de direction et de surveillance générales, et avec l'aide d'inspecteurs, sous-inspecteurs, vérificateurs et autres agents d'un grade moins élevé, tous choisis et rétribués séparément par l'administration. L'architecte reçoit en conséquence, en outre d'un traitement fixe peu important et qui ne peut être considéré que comme un dédommagement de ses frais de bureau personnel, des rétributions proportionnelles qui sont fixées pour les travaux de chaque exercice, ainsi qu'il suit (1) :

De 1 à 200,000 fr. . . . . 3 p. 0/0
Sur les seconds, 200,000 fr. . . . . 2 et ½
Sur les 3e. 2
Sur les 4e. . . . . 1 et ½
Et au-delà de 800,000 fr., indéfiniment . 1

Les inspecteurs et sous-inspecteurs sont payés au moyen de traitements fixes, et les vérificateurs reçoivent une rétribution fixe de 8 fr. par 1,000 francs.

Enfin, en cas d'inexécution des projets et devis commandés à un architecte par l'administration et reconnus susceptibles d'approbation, ou bien encore en cas d'exécution par un autre architecte, le premier a droit d'abord au remboursement des

vaux sont projetés et exécutés à plus de 5 kilomètres (1 lieue) de la résidence de l'architecte, à la charge duquel sont alors les frais de voyage.

(1) Ces fixations sont celles qui résultent d'un arrêté rendu par M. Thiers, ministre de l'intérieur, le 10 mai 1834. Celles qui avaient été précédemment déterminées par M. Cretet (règlement du 18 octobre 1808) étaient beaucoup moins avantageuses : il n'était accordé 3 p. 0/0 que sur les premiers 100,000 fr., et la décroissance était ensuite de 1/2 p. 0/0 par 100,000 fr., jusqu'à ce que la rétribution fût réduite à 1/2 p. 0/0.

frais de rédaction, et en outre à une indemnité proportionnée au temps qui a pu être consacré à cette rédaction et à son mérite sous le rapport de l'art; et en cas de décès de l'architecte auteur des projets, soit avant leur exécution, soit lorsque cette exécution est encore peu avancée, sa veuve ou ses enfants ont droit au quart de la rétribution proportionnelle payée à l'architecte chargé de l'exécution, pendant trois ans au plus. Telles sont les diverses dispositions qui résultent d'un arrêté rendu par M. le comte d'Argout, comme ministre de l'intérieur, le 22 juillet 1832, et qui modifiait en plusieurs points un arrêté rendu le 18 octobre 1808, sous le ministère de M. Cretet.

La fixation légale dont nous avons parlé en premier lieu, en la supposant appliquée à l'emploi du temps compris dans toute une année, donnerait près de 12,000 fr. pour les architectes de Paris et des autres principales villes de France, et de 9,000 fr. pour le surplus du royaume, et dès lors elle peut équitablement servir de terme de comparaison pour les traitements fixes dont les architectes jouissent en certaines circonstances. Toutefois, si l'on peut considérer cette fixation comme rétribuant convenablement le temps, en quelque sorte matériel, employé par ces artistes à des opérations ordinaires et courantes, on doit concevoir qu'elle peut devenir insuffisante lorsqu'il s'agit de mettre un prix à des conceptions artistiques plus ou moins importantes, telles que la composition de projets d'architecture, etc.

D'un autre côté, le mode de rétribution proportionnelle en général est, sans aucun doute, susceptible de beaucoup d'objections que nous allons essayer d'indiquer successivement.

D'abord c'est nécessairement un *terme moyen*, assez avantageux à la vérité, soit aux artistes fort occupés, soit pour des opérations considérables, et qui, proportionnellement à leur importance, exigent peu de détails ou ne présentent pas de grandes difficultés; mais tout au plus suffisant au contraire, pour une foule d'opérations qui, bien que peu importantes, n'en exigent pas moins des soins assidus et des détails multipliés.

En ce qui concerne la partie de cette rétribution applicable au prix de la composition même, il est facile de concevoir qu'en général le mérite de cette composition ne saurait être

considéré comme devant être proportionnel à la dépense que l'exécution pourrait occasionner. D'abord, une composition peu importante peut être le résultat de l'idée la plus heureuse, ou avoir été l'objet d'études longues et difficiles, tandis que des travaux considérables, mais d'une nature extrêmement simple, auront pu être conçus et projetés avec autant de facilité que de promptitude. De plus, la dépense peut varier considérablement suivant le mode plus ou moins coûteux de construction ou de décoration qu'on adopte ; et cependant, qu'un édifice quelconque doive être construit soit en pierres plus ou moins belles ou plus ou moins communes, soit en marbre, etc. ; que ces matériaux et leur mise en œuvre soient plus ou moins dispendieux en raison de telle ou telle circonstance locale ou fortuite ; que, dans l'exécution, il doive être apporté plus ou moins de simplicité ou de recherche, de prodigalité ou d'économie, cela ne devrait rien changer, ou du moins ne changer que peu de chose au mérite et à la valeur de l'œuvre même de l'artiste, de la composition du projet, tandis que le contraire arrive par le mode ordinaire de rétribution, et que les intérêts de l'artiste se trouvent ainsi ou favorisés ou compromis suivant la libéralité ou la parcimonie des ordonnateurs des travaux, le cours élevé ou non des matériaux, et les prétentions exagérées ou modestes des ouvriers et des entrepreneurs.

Des considérations analogues s'appliqueraient également à ce qui concerne l'exécution, et au prix du travail qu'elle réclame de la part de l'architecte chargé de la diriger. La plupart du temps même, les matériaux les moins dispendieux seront ceux qui exigeront proportionnellement, sinon des études préparatoires plus longues, au moins une surveillance plus active et plus constante ; et, dans tous les cas, il ne peut exister une proportion exacte entre la dépense qui résultera du mode d'exécution, et la valeur des soins qu'il exigera. Il en sera nécessairement à peu près de même quant à l'estimation.

Mais des objections plus graves encore ont été faites par un certain nombre de personnes. » Dès que (disent-elles) le montant de la dépense devient la mesure des honoraires mêmes » de l'architecte, peut-on espérer qu'il apportera dans la » conception et l'exécution des travaux, d'abord toute l'éco-

» nomie dont ils sont susceptibles, et ensuite dans leur estima-
» tion toute la rigueur convenable? Pour qui connaît l'attachement des hommes à leur intérêt personnel, comment attendre de toute une classe d'artistes, et dans tout le cours de leurs fonctions, une abnégation de cet intérêt assez complète pour qu'ils évitent soigneusement le superflu, et se bornent exactement à ce qui sera convenable et nécessaire; qu'ils recherchent avec courage et persévérance les moyens d'exécution les plus simples et les moins dispendieux, qu'ils encouragent les découvertes et inventions économiques; qu'ils s'attachent à se procurer sur le prix intrinsèque des matières et des mains-d'œuvre, et sur les divers autres éléments d'estimation, tous les renseignements nécessaires, afin de ne pas fixer la valeur des travaux au-delà de ce qu'elle doit être effectivement; en un mot, qu'ils agissent toujours et constamment contre leur propre intérêt? »

Sans prétendre que ces objections soient tout-à-fait dénuées de fondement, nous ferons observer qu'elles reposent presque entièrement sur l'hypothèse que les architectes, en général, ne possèdent point l'esprit de désintéressement; et nous rappellerons qu'au mot ARCHITECTE, nous avons mis cette vertu au premier rang des qualités morales que réclame cette profession. Nous ajouterons qne les fonctions d'architecte sont nécessairement toutes de confiance; que, pour tout artiste capable d'oublier ses devoirs au point de favoriser son intérêt propre aux dépens de celui de ses clients, il y aurait tant de moyens de le faire, qu'un de plus ne mériterait en quelque sorte pas d'être pris en considération; et qu'au contraire, pour tout architecte digne de ce nom, le véritable intérêt consiste à conserver intacte une vertu qui ne peut manquer d'être un des principaux titres de confiance, et par conséquent de succès et de fortune.

Toutefois, on ne peut en disconvenir, il serait désirable qu'on pût généralement adopter un mode de rétribution qui, en même temps qu'il ne laisserait pas les architectes en but à de telles imputations, remédierait aux autres inconvénients que nous avons signalés. En reconnaissant qu'une amélioration totale à cet égard offrirait de grandes difficultés, nous allons

exposer comment il nous semblerait possible d'essayer de les lever, en se rapprochant principalement de ce qui se fait pour les travaux du ministre de l'intérieur, et en donnant une certaine extension au principe que nous avons dit y être appliqué.

Ce qui, dans ces dispositions, nous paraîtrait susceptible d'être adopté généralement n'est point la répartition directe, et des fonctions et des rétributions, entre les architectes mêmes et les inspecteurs et vérificateurs. Elle a assez souvent lieu dans le fait et par suite du besoin que les architectes, pour peu qu'ils soient occupés, éprouvent de se faire aider afin de subvenir aux nombreux détails dans lesquels il leur faut entrer; mais s'il peut convenir à une administration aussi importante que le ministère de l'intérieur, et s'il peut lui être facile, au sein de la capitale même, de se réserver la faculté de choisir et de rétribuer ainsi les différents agents qui doivent concourir à l'exécution des travaux; si cela même peut procurer à des artistes, jeunes encore et peu expérimentés, l'occasion de se livrer à la pratique de leur art, et de se faire connaître, ces avantages seraient probablement illusoires, en ce qui concerne les travaux des particuliers, et même ceux de la plupart des autres administrations, principalement dans les départements.

Ainsi donc, en laissant aux architectes mêmes la totalité des attributions qui sont de leur ressort, et des rétributions auxquelles elles peuvent donner droit, sauf à eux à se faire aider par des agents de leur choix et à leurs frais, il nous semblerait d'abord convenable, sous tous les rapports, qu'en toute circonstance et dans tous les cas, le prix de la composition artistique, du projet en un mot, fût toujours estimé à part, en raison de son mérite et de son importance, et abstraction faite de toute considération, au moins positive, déduite du mode d'exécution et de la dépense qui pourrait en résulter. Sans doute ce ne pourrait être dès lors qu'une fixation en quelque sorte arbitrale, plus ou moins arbitraire même, si l'on veut; et nous ne voudrions pas répondre qu'elle ne présentât souvent quelques difficultés, qu'elle n'excitât même quelquefois des récriminations dans un sens opposé de la part des divers intéressés; mais enfin, ce que nous proposons ici ne serait d'abord que l'application générale de ce qui est statué par les réglements mi-

nistériels pour les cas particuliers où des projets, susceptibles d'être approuvés, restent sans exécution, ou sont exécutés par un architecte autre que celui qui en était l'auteur; et; quant aux difficultés, aux récriminations diverses qui pourraient en résulter, elles ne seraient autres que celles que peut faire naître également l'appréciation des productions de la peinture et de la sculpture. Ajoutons que, par ce moyen, l'artiste pourrait généralement être rétribué du prix de sa composition même aussitôt qu'elle aurait été reconnue susceptible d'adoption, et que, de cette manière, ses intérêts se trouveraient totalement à l'abri du tort que, dans l'ordre de choses ordinaires, peuvent leur faire éprouver les délais apportés à l'exécution ou à son achèvement.

Hâtons-nous toutefois de dire que si ce que nous indiquons ici était jamais adopté, il importerait d'apporter la plus grande attention à examiner et à prendre en sérieuse considération le degré plus ou moins grand d'étude et de maturité auquel le projet aurait été amené. Admettre et rétribuer comme un projet complétement médité une esquisse plus ou moins arrêtée, plus ou moins susceptible de modifications et d'améliorations, serait un inconvénient qui, pour n'être pas préjudiciable à l'artiste même, n'en mériterait pas moins d'être soigneusement évité.

Quant au mode de rétribution relatif à l'exécution même des travaux et à leur estimation, le plus convenable sans doute serait qu'il pût avoir toujours lieu au moyen de traitements fixes, équitablement déterminés. Mais un pareil mode serait nécessairement d'un emploi difficile pour les travaux particuliers, et l'application n'en saurait guère être proposée d'une manière générale que pour les travaux des diverses administrations publiques. En le coordonnant avec un système bien entendu d'organisation et d'avancement, il aurait le précieux avantage d'assurer aux architectes qui se consacrent aux travaux du gouvernement, ce qui leur manque tout-à-fait jusqu'à présent, c'est-à-dire une carrière stable, un sort assuré, un avenir enfin, tel à peu près que ceux dont jouissent les ingénieurs des divers services publics.

Toutefois nous verrions peu d'inconvénient à ce que les ré-

tributions relatives à l'exécution et à l'estimation des travaux fussent généralement maintenues proportionnelles à la dépense même, mais en adoptant une échelle décroissante plus ou moins analogue à celle que nous avons indiquée comme étant en usage pour les travaux que le ministre de l'intérieur fait exécuter dans la capitale. Par ce moyen, d'abord, les diverses opérations cesseraient d'être proportionnellement aussi peu avantageuses, ou aussi avantageuses, au contraire, suivant leur faible ou leur grande importance; et les architectes, ayant dès lors un intérêt moins direct à l'élévation du *quantum* de la dépense, cesseraient, nous ne dirons certes pas de mériter, mais d'encourir aussi généralement les récriminations auxquelles le mode de rétribution proportionnelle a donné lieu (1).

Nous n'entendons pas établir ici l'échelle décroissante qu'il faudrait adopter, ni déterminer quelles pourraient être ses limites inférieure et supérieure; mais, si l'on tenait à rétribuer convenablement les affaires les moins importantes (ainsi que cela devrait être pour mettre les architectes en état d'y apporter, sans préjudice pour leurs propres intérêts, tous les soins qu'elles demandent, dans l'intérêt même de ceux qu'elles concernent), il serait nécessaire que la limite supérieure surpassât de beaucoup les cinq pour cent qui sont ordinairement accordés comme *taux moyen*. Cette nécessité nous paraît hors de doute, même en supposant que l'on admît en outre la proposition que nous avons faite d'accorder dans tous les cas une allocation séparée pour la valeur du projet, proportionnellement à son importance et à son mérite, et non à la dépense.

Telles sont, en substance, les modifications qui nous paraîtraient pouvoir être apportées au mode de fixation ordinaire des honoraires des architectes, dans la vue : 1° de rendre cette

(1) Nous ne croyons pas inutile de faire remarquer ici que le mode de rétribution proportionnelle, mais suivant une progression décroissante à mesure de l'élévation de la dépense, est consacré, par le Tarif des frais et dépens que nous avons déjà cité, pour les remises accordées aux avoués et notaires à l'occasion des ventes de biens qui se font par leur ministère. Les art. 113 et 117 de ce tarif fixent ainsi qu'il suit ces remises : jusqu'à 10.000 fr., 1 p. o/o; sur la somme excédant 10,000 fr. jusqu'à 50,000, 1/2 p. o/o; de 50,000 à 100,000 fr., 1/4 p. o/o; et sur l'excédant de 100,000 fr., indéfiniment 1/8 p. o/o.

fixation plus convenable et plus équitable pour eux-mêmes ; 2° et de donner moins de prise au reproche motivé sur l'intérêt direct qu'ils peuvent avoir à l'élévation de la dépense. Nous ne nous dissimulons pas du reste toutes les difficultés qu'il pourrait y avoir à apporter des changements à la manière de faire en usage jusqu'ici, surtout en ce qui concerne les rapports entre les architectes et les particuliers. En effet, il s'agit là de transactions privées dans lesquelles l'autorité publique ne saurait guère intervenir; à moins que, comme on pourrait d'ailleurs le désirer sous beaucoup d'autres rapports, et comme nous en avons exprimé le désir et montré l'utilité au mot Architecte, l'administration ne crût pouvoir établir pour cette profession des règles d'organisation, non pas certainement semblables, mais au moins analogues à celles qu'elle a déterminées pour plusieurs autres qui, peut-être, ne touchent pas de plus près aux intérêts publics et particuliers, telles que celles d'avoué, de notaire, etc. Gourlier.

HORLOGERIE. Il ne saurait entrer dans le plan de cet ouvrage de traiter complétement la question de l'horlogerie sous le double rapport de la fabrication et du commerce. Quelque intérêt que présente l'exposition détaillée des formes si variées et si diverses que les horlogers ont données aux appareils chronométriques, nous devons rejeter cette exposition, à cause de son étendue même ; nous nous bornerons donc à joindre à l'indication des notions générales sur lesquelles repose l'art de l'horlogerie, un aperçu des principaux perfectionnements qu'a reçus la fabrication des *pendules*, des *régulateurs*, des *horloges* proprement dites, et des *montres*.

Pour compter ou mesurer le temps, il faut nécessairement le fractionner en petits intervalles égaux ; on reconnaît que des intervalles de temps sont égaux, quand chacun d'eux peut être rempli par une action physique, toujours la même, accomplie dans les mêmes circonstances, telles que l'écoulement d'une certaine quantité d'eau ou de sable passant par l'orifice d'un *clepsydre*, la chute d'un certain poids, d'une hauteur donnée, l'aller ou le retour soit d'une lampe suspendue à la voûte d'une église, soit de tout autre balancier vertical, auquel on laissera faire des oscillations d'une amplitude donnée, etc., etc.

Tout appareil dont certaines parties accompliront un de ces faits répétés, mesureurs du temps, et qui indiquera de lui-même le nombre de ces répétitions, sera une *horloge*.

Sans faire ici l'histoire des divers appareils dont se sont servis les astronomes pour mesurer le temps, décrivons ceux dont on se sert aujourd'hui.

Le moteur de la plupart des horloges est un poids attaché à une corde enroulée sur une poulie ; un contre-poids plus faible est attaché à l'autre extrémité de cette corde, et la tient tendue. Si ce poids était abandonné à l'action de la pesanteur, il tomberait de plus en plus vite, ainsi que le démontre la physique. Mais à peine a-t-il parcouru un petit chemin en descendant, que sa chute se trouve arrêtée par un obstacle passager que nous allons faire connaître ; presque aussitôt que cet obstacle a cessé de s'interposer, la chute du poids moteur recommence, pour s'arrêter de même après que la même hauteur a été parcourue, et par l'effet du même obstacle ; et par là, l'on obtient une série très nombreuse de chutes toujours les mêmes, qui donnent autant d'*unités de temps*. Pour indiquer et compter ces chutes, on se sert d'aiguilles qui marchent sur un cadran, et qui reçoivent, à l'aide de rouages, leur mouvement de la poulie que fait tourner la corde tirée par le poids moteur.

Dans les pendules que l'on place sur les cheminées, et dans les montres, le poids moteur est remplacé par un ressort spiral qui se débande peu à peu, et qu'arrête, après des intervalles égaux, un de ces obstacles dont nous avons parlé plus haut, et qu'il nous reste à faire connaître.

Dans les montres, l'obstacle est un autre ressort spiral fort délicat, que les débandements successifs du grand ressort moteur font courber chaque fois en spirale d'une quantité toujours la même. Cette impulsion est régularisée par une roue *balancier*, sur l'axe de laquelle est fixé ce ressort régulateur, et qui tourne alternativement avec lui dans un sens ou dans un autre.

Dans toutes les autres pendules, l'obstacle régulateur est un *pendule*, c'est-à dire un corps *grave*, tel qu'une masse de plomb, de cuivre, etc., fixée au bas d'une tige suspendue, soit à l'aide d'un fil ou d'une petite bande bien flexible de métal, soit à l'aide d'une sorte de *couteau* qui traverse perpendiculairement la tige,

et porte, par son tranchant, sur deux appuis, comme on le fait pour les fléaux de la plupart des balances.

Au moyen d'une pièce nommée *échappement*, et de rouages intermédiaires, les oscillations du pendule des horloges sont liées avec les chutes successives du poids moteur ou avec les débandements du ressort spiral, quand celui-ci est employé au lieu du poids. Telle est la disposition de l'appareil, que chaque fois que le moteur fait un petit chemin il se trouve momentanément arrêté par les oscillations mêmes du pendule. Si le pendule existait seul dans l'horloge, il finirait par s'arrêter à cause des frottements de son point de suspension et des résistances de l'air qu'il traverse; mais, chaque fois, le moteur auquel il résiste lui donne une petite impulsion qui compense les frottements du point d'appui et de l'air; et, de son côté, le moteur, arrêté chaque fois par le pendule, revient au repos, et recommence à nouveaux frais son mouvement directeur, qu'il accomplit toujours par fractions égales.

Compensateurs; centres d'oscillation. La dilatation des métaux par la chaleur produit une variation dans la marche des appareils chronométriques. Les balanciers régulateurs des montres sont, en effet, composés de substances métalliques, et les pendules régulateurs sont ordinairement dans ce cas; or on va voir que le changement qu'éprouvent les dimensions de ces pièces essentielles, par suite des changements de température, les font osciller avec une vitesse variable.

La dilatation dans les pendules écarte de leur ligne de suspension (que ce soit le tranchant du couteau ou toute autre ligne tirée d'un système quelconque de suspension) les molécules inférieures, et chacune d'elles tend, par ce seul fait de l'écartement, à osciller plus lentement. (Voyez la théorie du *pendule simple*, dans les traités de physique.) La masse entière du pendule devra donc subir cet effet de ralentissement. La contraction par le froid produira évidemment l'effet inverse.

Quant aux balanciers régulateurs des montres, même variation aura lieu dans la distance qui sépare l'axe de rotation de la roue-balancier et les diverses molécules de cette roue, et de cette variation de distance résultera, de même, un changement semblable dans le temps que la roue mettra à accomplir son

mouvement de va et vient. La variation de la chaleur affectera aussi le petit ressort spiral, qui ramène à chaque oscillation le balancier, et elle changera tout à la fois la courbure de ce spiral, sa force d'élasticité, et par suite, le temps de ses contractions et de ses expansions alternatives.

Pour remédier à ces variations perturbatrices, on a imaginé d'employer comme correcteur la chaleur elle même. On est parvenu à lui faire rapprocher ou à lui faire éloigner de l'axe d'oscillation une partie de la masse du régulateur, pendant qu'elle en éloigne ou qu'elle en rapproche le reste de cette masse, de sorte à produire une compensation. Telle est la fonction des appareils dits *compensateurs*.

Réduits comme nous le sommes à des notions générales sur l'horlogerie, nous ne pouvons passer en revue les divers systèmes de compensateurs qui ont été appliqués aux appareils chronométriques; nous n'en indiquerons que trois : cette indication fera mieux comprendre les principes généraux que nous avons posés.

Le plus usité des compensateurs est ainsi construit : au lieu de lier, par une simple tige métallique, l'axe d'oscillation du pendule à la lentille qui constitue la masse principale de ce dernier, on remplace cette tige, ou du moins une partie de sa longueur, par un cadre en fer. Sur la traverse inférieure de ce cadre, on appuie deux tiges en cuivre qui s'élèvent dans le premier cadre, parallèlement à ses deux côtés descendants, et forment avec une traverse supérieure une espèce de deuxième cadre intérieur à trois côtés. Quand la chaleur allonge le premier cadre et éloigne sa traverse inférieure de l'axe d'oscillation, les tiges de cuivre descendent aussi par le bas; mais l'allongement que leur donne la chaleur fait en même temps remonter leurs extrémités supérieures. A la traverse qui réunit ces extrémités, on fixe deux tiges descendantes en fer qu'une autre traverse réunit de même par en bas, et dont la dilatation tend à faire descendre cette traverse, sur laquelle on appuie un quatrième cadre ascendant en cuivre, qui opère dans le sens du deuxième. Enfin, à la traverse supérieure qui joint ces tiges de cuivre, on attache la tringle de fer qui supporte la lentille; on devine

que, pour laisser passage à cette tringle, on perce toutes les traverses inférieures des cadres en fer.

La dilatation du fer fait descendre la lentille, celle du cuivre la fait remonter; on pourra donc, en donnant aux tiges des divers cadres des longueurs convenables, faire que ces deux effets se corrigent réciproquement, et que le pendule conserve toujours la même vitesse d'oscillation.

Comme tout se dilate dans le pendule, la lentille aussi bien que les tiges, on comprend que la compensation parfaite, c'est-à-dire le maintien à la même distance de l'axe d'oscillation, n'aura pas lieu à la fois pour toutes les molécules de la lentille. Supposons, par exemple, que cette compensation ait lieu pour le centre de ce corps, toute autre molécule placée plus bas ou plus haut s'éloignera plus ou moins de ce centre, suivant la température, et changera dès lors de position par rapport à l'axe d'oscillation.

Il faut donc déterminer les molécules auxquelles il convient d'appliquer exclusivement la compensation. Cette détermination est fournie par la mécanique, qui nous apprend que dans un pendule il y a un ensemble de molécules, toutes situées à la même distance de l'axe, et dont chacune est appelée *centre d'oscillation*, qui oscilleraient, si tout le reste du pendule était supprimé, et qu'elles fussent suspendues à l'axe par un lien impondérable, avec la vitesse qu'a toute la masse du pendule (1). Ces centres d'oscillation, qui représentent, pour ainsi dire, le pendule tout entier, sont donc les molécules que la com-

(1) Plus un pendule est long, plus il oscille lentement; donc si telle molécule inférieure existait seule, suspendue à l'axe par un lien impondérable, elle emploierait plus de temps à osciller que n'en mettrait telle autre molécule supérieure supposée dans le même cas; la première accélérera donc le mouvement de la seconde, et celle-ci ralentira le mouvement de la première, unies qu'elles sont par la rigidité du pendule, et forcées à osciller en même temps. Il y aura donc, entre ces molécules du haut et du bas, des molécules dont le mouvement libre ne sera ni ralenti ni accéléré par celui du reste de la masse, c'est-à-dire qui auront naturellement la vitesse moyenne que celles qui leur sont inférieures ou supérieures n'ont que par leur mutuelle réaction. Ces molécules, toutes situées à la même distance de l'axe, sont appelées *centres d'oscillation;* elles sont toujours situées plus bas que le *centre de gravité* du pendule.

pensation calorifique doit maintenir à une distance invariable de l'axe.

La région de ces centres d'oscillation peut être déterminée approximativement, à l'aide de certains calculs fondés sur les lois de la dynamique, et dont les donnécs sont déduites du poids et de la forme de chacune des parties du pendule. On pourra en même temps s'assurer par le calcul de la compensation calorifique, si les dimensions données aux tiges de cuivre et de fer du compensateur sont telles que les centres d'oscillation peuvent rester sensiblement à une distance fixe de l'axe d'oscillation; ou plutôt, on déterminera à l'avance, à l'aide de ces calculs, quelles dimensions doit avoir le pendule quand une fois il sera construit. On fera osciller le pendule à diverses températures, et si sa marche n'est pas rigoureusement indépendante de la chaleur, on corrigera, par tâtonnement, ses dimensions, en faisant remonter ou redescendre un peu la lentille.

Un compensateur plus simple consiste dans un tube de verre rempli en partie de mercure. Quand la tige du pendule et le tube s'allongent, le fond de ce dernier descend, mais le niveau du mercure remonte par suite de la dilatation du liquide, dilatation plus grande que celle de la partie solide du pendule. On pourra donc donner des dimensions telles à cette partie solide, et au mercure un volume tel que le centre d'oscillation ne bouge pas.

Un autre compensateur qui s'applique aux montres consiste dans des lames formées de plusieurs métaux superposés, qui, par un bout, se fixent à la circonférence du balancier, et qui, à l'autre bout, portent deux petites masses d'or. Le métal le plus dilatable est en dehors, et, de plus, les bandes métalliques sont unies de manière à ne pouvoir glisser l'une sur l'autre. Quand la chaleur augmente, les lames qui se dilatent le plus ne peuvent occuper une longueur comparativement plus grande que les autres, qu'en se courbant avec elles de manière à occuper la convexité et les autres métaux la concavité de l'arc métallique. La concavité se formant du côté du balancier, les petites boules d'or se rapprochent donc de ce balancier, et par suite de l'axe d'oscillation, quand la chaleur augmente. Ce rapprochement peut compenser l'éloignement que la même variation ca-

lorifique donne à chacune des parties du balancier par rapport à l'axe de ce dernier. Cet effet s'obtiendra comme nous avons dit que s'obtenait la compensation des pendules ; on pourra déterminer approximativement les dimensions à donner aux lames compensatrices ; mais ce sont les tâtonnements de la pratique qui conduiront à la fixation définitive, soit de ces dimensions, soit du poids et de la position à donner aux boules d'or, qu'un pas de vis permettra de rapprocher plus ou moins des extrémités libres des lames compensatrices.

Pendules à tiges en bois sec. La cherté des compensateurs a conduit les horlogers à chercher des substances qui fussent à peu près exemptes de la dilatation et pussent fournir des tiges de pendules.

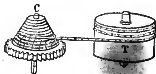
On a employé les bois, et, pour éviter un autre inconvénient aussi grave, celui de leur augmentation de volume par l'absorption de l'humidité, on a disposé leurs fibres dans le sens de la longueur du pendule. Ces fibres, en effet, ne s'allongent pas sensiblement par l'action de l'eau, dont l'effet presque unique est de les écarter. Comme cette action hygrométrique et le travail intérieur des bois les font souvent gauchir pendant qu'ils se dessèchent, la torsion de ces pendules pourrait non seulement diminuer un peu leur longueur, mais les empêcher de fendre l'air avec une facilité toujours la même. On rendra cet inconvénient à peu près nul, en ne choisissant que des tiges qui, après un long espace de temps, ne se seront pas tordues de plus d'un degré environ. L'acajou a été employé par quelques horlogers ; mais aujourd'hui on se sert de préférence de sapin du Nord. Ces pendules économiques ont, il est vrai, le désavantage d'être plus fragiles que les pendules métalliques. Ils conviennent à ces horloges qu'on appelle *régulateurs*, que protége une cage, et qui ne sont maniées que rarement et par des mains exercées. On pourrait craindre de les adapter aux horloges de campagne, dont le soin est bien souvent abandonné à des bedeaux et à des forgerons maladroits.

Affaiblissement des ressorts moteurs ordinaires. Quand le moteur d'un appareil chronométrique est un poids, il offre cet avantage que son action est toujours la même. La quantité plus ou moins grande de corde pesante change, il est

vrai, soit du côté du poids moteur, soit du côté du contre-poids, à mesure que le premier descend et que le dernier remonte. Cette différence croissante forme un poids additionnel variable, mais c'est là une variation de peu d'importance, surtout quand les poids employés sont considérables. Quand au contraire le moteur est un ressort, la force de ce dernier va en s'affaiblissant à mesure qu'il se déroule, et par suite il tend à prendre lui-même et à imprimer au reste du mécanisme une vitesse de moins en moins grande. Pour remédier à cet inconvénient, on a soin de remonter le ressort quand il n'a fait qu'une partie de son effet; plus cette partie sera petite, comparativement au développement total, plus l'intensité du moteur pourra être considérée comme constante. Ainsi, dans les montres marines, on remontera tous les jours le ressort. Il y a au reste des appareils chronométriques qu'on ne remonte qu'une fois par an; tels sont les régulateurs de Jacob, dont il sera question dans la suite de cet article. On comprend que plus on voudra laisser d'intervalle entre les époques auxquelles l'on remontera le ressort, et plus il faudra lui donner de longueur et de tours.

Ressorts à largeur inégale. Pour remédier d'une manière plus efficace encore à cette diminution de la force du moteur, on a imaginé de donner à la bande d'acier une largeur de plus en plus grande à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité qui se déroule la dernière, c'est-à-dire de celle qui est au centre de la spirale qu'il forme. Cette augmentation de matière élastique produit nécessairement un accroissement comparatif de force, et tend à compenser la diminution d'intensité que produit le débandement partiel déjà effectué par tout le ressort.

Fig. 36.



Fusée. Avant que cette diminution dans la largeur du ressort fût connue, on avait imaginé la *fusée*. Cette pièce est une sorte de *cône* C sur lequel s'enroule une *chaîne* qui va s'enrouler aussi sur un *tambour* T, dans lequel est emprisonné le ressort moteur. A mesure que l'axe se débande et que son tambour tourne, la

portion de chaîne qui joint le cône au tambour, et qui se déroule sur le cône, vient toucher ce dernier, de plus en plus loin de son sommet, et parconséquent agit sur un rayon toujours plus grand. La force avec laquelle cette chaîne tire le cône est donc de plus en plus favorisée, et cet accroissement compense la diminution de l'énergie du ressort.

On a abandonné la fusée, qui nécessairement occupe une certaine hauteur, quand la mode est venue de proscrire les montres épaisses. Cette mode, on le sait, a été poussée à l'excès; et pour viser à un aplatissement outre mesure, on a été obligé de compromettre les qualités des montres, et d'élever en même temps le prix de leur façon.

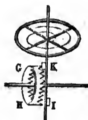
Échappement. « Le mécanisme (1) par lequel s'opère la réunion du moteur et du régulateur se nomme ainsi, sans doute parce que la force motrice, alternativement contenue ou libérée par le jeu du régulateur, s'échappe par intervalles à chaque oscillation de celui-ci. Le mécanisme de l'échappement, quelque varié qu'il puisse être, se réduit toujours à procurer, entre le dernier moteur du mouvement et son régulateur, une action réciproque, en vertu de laquelle, d'une part le régulateur ralentit ce mobile et rend sa marche uniforme, tandis que, d'autre part, une partie aliquote quelconque de la force motrice, arrivée au dernier mobile, se transmet au régulateur, pour entretenir ses oscillations, qui cesseraient tôt ou tard par les résistances dues au frottement. On conçoit aisément combien la perfection de l'échappement peut et doit contribuer à celle de l'horloge. Vainement chacune des deux machines qui la constituent serait-elle parfaite dans son genre, si le mécanisme qui les unit était vicieux; son influence nuisible ne tarderait point à se manifester. Aussi est ce vers l'invention ou le perfectionnement des échappements que se sont principalement dirigées les recherches des artistes, quand les régulateurs isochrones ont été découverts.»

Le mouvement de la dernière roue peut être modifié par le régulateur de plusieurs manières différentes, qui constituent autant d'échappements divers. On peut en faire deux classes.

(1) Voyez un rapport à l'Institut, de M. de Prony.

Dans la première, le mouvement de la roue n'a pas lieu constamment dans le même sens, mais elle avance et recule par petits intervalles successifs, en sorte cependant qu'elle fait plus de chemin en avant qu'en arrière. On nomme échappements à *recul* ceux qui modifient ainsi le mouvement de la roue. L'échappement dit à *roue de rencontre*, l'un des plus usités dans les montres communes, appartient à cette classe.

Fig. 37.



Il consiste dans une roue dite *de rencontre* HG (fig. 37 et 50), qui vient frapper de ses dents contre deux *palettes* KI, attachées à un arbre autour duquel oscillent, soit le balancier d'une montre (fig. 37), soit le pendule d'une horloge (fig. 50); les rencontres ayant lieu successivement en I et en K, correspondent aux mouvements alternatifs du balancier ou du pendule. Chaque rencontre fait un peu *reculer* la roue, arrête momentanément le mouvement du moteur, et anéantit dès lors l'accélération que celui-ci tend à prendre.

Entre les diverses questions que peut présenter l'analyse de l'échappement à roue de rencontre, se présente celle de l'inclinaison la plus convenable à donner à la taille oblique des dents *à rochet* de la roue de rencontre, pour que le jeu des palettes soit le plus favorable. L'expérience apprend qu'en donnant à ces dents une inclinaison de plus en plus grande, jusqu'à 25°, l'action des deux mobiles devient plus libre et les oscillations du balancier plus étendues.

L'échappement à roue de rencontre est inférieur, quant à la régularité, à la plupart des échappements que l'on emploie dans les montres de prix, et dont nous décrirons quelques uns; mais son principal défaut pour le commerce est de donner aux mouvements de montre une grande hauteur, attendu que le plan de la roue de rencontre est à angle droit sur le balancier. Le goût pour les montres plates, goût qu'on a poussé à l'excès, devient un ridicule, dès qu'on sacrifie la durée des rouages et l'économie du prix d'achat à une minceur exagérée.

Après les échappements à *recul* viennent les *échappements à repos*, ainsi nommés parce que la dernière roue, que nous ap-

pelons la roue d'échappement, passe, avec tout le reste des rouages, par une série de repos et de mouvements alternatifs.

Ces échappements à repos peuvent être partagés en deux classes bien distinctes. Dans les uns, la roue d'échappement reste toujours en contact avec le balancier, alors même que cette roue étant en repos, le balancier continue à osciller; alors il y a toujours influence exercée, sur la marche de ce balancier, par la roue (qui représente le moteur), et qui frotte d'une manière ou d'une autre sur un annexe du balancier. Les échappements à repos de cette section sont dits *dépendants*. La seconde section se compose des échappements, bien préférables, qui laissent le balancier entièrement indépendant de la roue d'échappement, et oscillant librement, sans autre frottement que celui de ses pivots. Ceux-ci sont dits *libres* ou indépendants. Occupons-nous d'abord des premiers.

Dans chaque oscillation d'un échappement à repos, il faut voir trois choses distinctes. On appelle *levée* la période plus ou moins courte pendant laquelle la roue d'échappement agit sur le balancier, qui est aussi en mouvement, pour lui donner le petit choc nécessaire à l'entretien de ses oscillations ; l'arc parcouru par le balancier pendant cette action est dit *l'arc de levée*. On appelle *chute* le petit intervalle très court qui sépare le dégagement d'une dent de l'entrée *en prise* de la suivante. Dans cet intervalle, le balancier et la roue d'échappement, quoique tous deux en mouvement, sont pour ainsi dire sans action l'un sur l'autre. Enfin on appelle *arc de vibration* ou *arc d'oscillation*, l'arc plus ou moins étendu que décrit le balancier pendant le repos de la roue d'échappement. Cet arc est d'autant plus grand que le balancier est plus complètement libre, et il varie suivant la nature de l'échappement.

L'échappement *à cylindre*, inventé par Graham, appartient à la classe des échappements à repos dépendant. Les nombreux emplois qu'on en fait chaque jour dans l'horlogerie de luxe, nous imposent l'obligation de l'expliquer en détail à nos lecteurs. Il consiste essentiellement en un cylindre creux échancré, ou plutôt dans une portion de cylindre que nous représentons ici (fig. 38) sous la forme qu'on lui donne le plus habituellement. Ce cylindre a pour axe de rotation celui du balancier, et pi-

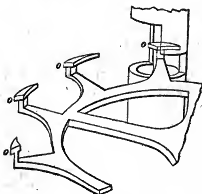
Fig. 38.



rouette avec ce régulateur. La figure indique que ce cylindre a reçu : 1° une grande entaille *a b c d*, qui lui enlève presque la moitié de sa circonférence antérieure; 2° une deuxième entaille plus petite *d i*, qu'on appelle *coche de renversement*, et qui ne laisse à la partie restante *b c* que le quart du pourtour du cylindre. On appelle *lèvres* les bords verticaux de la grande entaille, pris dans le sens de l'épaisseur de l'écorce cylindrique. C'est contre ces lèvres que se feront les levées.

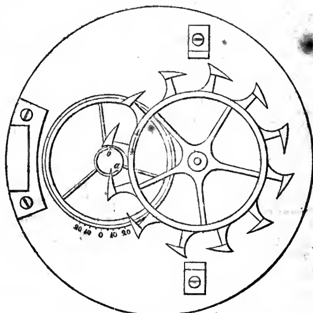
La roue d'échappement a pour dents de petits prismes triangulaires minces *o o o o* (fig. 39 et 40), portés sur de petites colonnes perpendiculaires au plan de la roue de rencontre, et par conséquent ces dents s'élèvent toutes à la même hauteur au-dessus du plan de la roue. C'est par ces prismes que la roue d'échappement agit, comme on va le voir, sur le cylindre, tantôt en portant la pointe du prisme sur la circonférence extérieure du cylindre, ce qui produit le repos de la roue; tantôt en poussant, par la face extérieure de ce prisme, les lèvres du cylindre, ce qui produit la *levée*.

Fig. 39.



Soit D une des dents de la roue d'échappement (fig. 41, 42, 43), *ab* la partie pleine du cylindre qui correspond à la grande échancrure (voy. fig. 39); (on remarquera que la circonférence que décrit la pointe de chaque dent passe par l'axe du cylindre, et, par conséquent, par le centre commun de chacune des courbures intérieure et extérieure du cylindre). Nous

Fig. 40.



supposons d'abord que la pointe d'une dent D touche extérieurement le cylindre (fig. 41); alors la roue est forcément en *repos, puisque la pointe du prisme est poussée perpendiculairement à la surface cylindrique.* Si cette direction était oblique, la pression de D se décomposerait, et produirait une rotation de *a b* dans le même sens. Par la même raison, si *a b* a un mouvement d'oscillation dans un sens ou dans l'autre, par l'effet du spiral du balancier ou par toute autre cause, il effectuera ce mouvement sans que la pointe de D puisse lui opposer d'autre obstacle que le frottement. Supposons qu'en effet *a b* oscille alors, et dans le sens que marque la flèche, par l'effet du spiral; le repos de la roue durera tant que *a* n'aura pas dépassé la pointe de D.

Fig. 41.



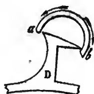
Dès que *a* aura dépassé cette pointe, l'obstacle cessant, la

Fig. 42.



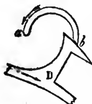
roue avancera, et D glissera le long de la lèvre *a* (fig. 42), en poussant cette lèvre, et faisant pirouetter *a b* dans le sens de la flèche, parce que la lèvre *a* ne fuit pas assez vite pour que la face extérieure de D n'aille pas encore plus vite, et n'appuie sur la lèvre. Cette *levée* durera tant que D, qui avance rapidement, touchera *a;* mais il viendra un moment où D aura laissé *a* en arrière, et touchera au contraire par sa pointe le côté opposé *b* de l'intérieur (fig. 43).

Fig. 43.



Arrivé là, D, poussant par sa pointe, *perpendiculairement à la surface intérieure*, ne pourra ni avancer, ni faire mouvoir *a b* dans un sens ou dans l'autre. Ainsi, 1° il y aura *repos* de D et de la roue d'échappement. 2° *a b* continuera à pirouetter, par suite de la vitesse acquise, dans le sens de la flèche de droite, sans éprouver de la part de D autre chose qu'un léger frottement; puis le *spiral*, réagissant, fera pirouetter *a b* dans le sens opposé, marqué par la flèche de gauche, jusqu'à ce que la lèvre *b*, en remontant, atteigne la pointe de D.

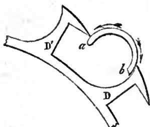
Fig. 44.



Dès ce moment, D échappe de nouveau; (fig. 44) *a b* continue encore son mouvement dans le sens de *b* vers *a*; D fuit ainsi à droite, pendant que *b* remonte et fuit à gauche: il semblerait que D devrait cesser de toucher *b;* mais le mouvement de *b* n'est pas assez rapide, et le talus de la face extérieure de la dent est trop prononcé pour que ce dégagement ait lieu; aussi D pousse-t-il *b*, ce qui produit une nouvelle levée, qui ne dure qu'un instant très court, attendu que D marche avec vitesse, et a presque immédiatement dépassé *b*.

A peine D a-t-il dépassé *b* (fig. 45), la dent suivante D′ vient appuyer sa pointe contre la surface extérieure du cylindre, du côté *a*, et alors la roue d'échappement s'arrête de nouveau. Ce

Fig. 45.



repos procuré par D' est la répétition de celui que nous a déjà donné D (fig. 41), et comme lui, il permet à *a b* d'osciller d'abord dans le sens de la flèche de gauche, par suite de la vitesse produite par la dernière levée, puis dans le sens de la flèche de droite par la réaction du spiral du balancier.

La fig. 39 fait comprendre la nécessité de la *coche de renversement d i*. Sans cette coche, les petits appendices qui portent les colonnes et les dents seraient arrêtées par la lèvre *b d*, supposée pleine, quand le cylindre, en se retournant, ou, comme disent les praticiens, en se renversant, doit recevoir la dent dans son intérieur.

Les défauts principaux de l'échappement à cylindre sont les suivants : 1° à la première levée (fig. 41) *a* et D vont tous deux vers la droite, tandis que dans la deuxième (fig. 43) *b* va vers la gauche, et D vers la droite. La levée de D contre *b* est donc moins puissante dans le deuxième cas; 2° dans les repos qui ont lieu à l'extérieur du cylindre (fig. 41 et 45), il y a frottement sur un arc plus grand que dans le repos à l'intérieur (fig. 43) ; donc les pertes qu'éprouve la force du spiral sont différentes dans les deux cas. A ces causes d'irrégularité, ajoutez le défaut général de tous les échappements *à repos dépendant;* à savoir la dépendance même. Pour atténuer le frottement et l'effet de l'épaississement des huiles, on taille l'extrémité des dents non en biseau, mais en véritable pointe.

Les échappements à cylindre ont subi bien des modifications depuis leur invention, soit dans la forme, soit dans le choix des matières. On fit d'abord la roue en cuivre et le cylindre en acier ; mais le cuivre usait promptement l'acier ; l'huile qu'il fallait employer comme intermédiaire fixait la poussière dans les pores du cuivre ; cette poussière agissait à la manière de l'émeri. L'échappement à cylindre fut abandonné. Vingt ans après l'abandon du cylindre, un horloger imagina de faire la roue

elle même en acier trempé. Il réussit, et montra que le cylindre était moins usé qu'il ne l'était anciennement par la roue de cuivre. Ce système a eu depuis cette époque un grand succès, et aujourd'hui nombre de montres sont ainsi montées.

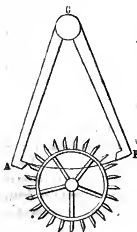
Aux cylindres d'acier on a enfin substitué les *cylindres de pierres* fines d'une grande dureté, et entre autres de *rubis*. Ordinairement, pour faire tourner les cylindres autour d'un axe, on emmanche dans leurs extrémités deux tampons d'acier, dont l'un se termine par un pivot, et dont l'autre porte le balancier avec son ressort spiral.

Ferdinand Berthoud, dans son excellent *Traité des horloges marines*, se présente comme l'auteur de la substitution des pierres dures à l'acier dans l'échappement à cylindre. « J'ai travaillé, dit-il, à perfectionner l'échappement ordinaire à repos; j'ai observé que son plus grand défaut provenant des frottements du repos, il était possible de les réduire infiniment, et de les amener à un état constant, en employant pour son exécution une matière moins pénétrable. *Je me proposai donc de former les palettes ou portions cylindriques avec des rubis d'Orient, et de faire la roue d'un acier très dur.* Je l'ai exécuté d'une manière qui a très bien réussi... Je remplis aussi bien qu'il est possible, ce que l'on peut attendre d'un tel échappement, c'est-à-dire, de n'avoir que peu de frottement, d'avoir des frottements constants, en sorte qu'ils ne puissent troubler l'isochronisme des oscillations du régulateur... *J'avoue qu'il reste encore à cet échappement le défaut d'exiger de l'huile* : l'huile venant à s'épaissir, cela diminue l'étendue des arcs de vibration... » Dans le même ouvrage, Berthoud cite des expériences par lui faites sur une même horloge marine à cylindre, marchant avec ou sans huile. Dans le deuxième cas le balancier faisait des oscillations beaucoup moins étendues.

Parmi les échappements à repos dépendant, nous citerons encore l'*échappement à ancre* proprement dit, qui, comme celui à *cylindre*, a été imaginé par le célèbre Graham. Nous nous hâtons de prévenir que cet échappement ne doit pas être confondu avec les *échappements à ancre libre* qu'on applique aux montres, et dont il sera question plus bas. Le premier est em-

ployé dans les pendules ; c'est là la destination que lui avait donnée Graham.

Fig. 46.



L'échappement à ancre commune se compose essentiellement d'une pièce A B O (fig. 46) qui a la forme d'un V renversé, dont les deux branches sont terminées par deux dents qui rentrent dans l'angle du V. Cette pièce est unie au pendule. Le sommet de l'angle est sur l'axe autour duquel oscille le pendule. Les battements de ce dernier mettent alternativement en contact avec les dents de la roue d'échappement, l'une ou l'autre des deux dents de l'ancre, qui opèrent un glissement sur les premières.

Quand l'un des bras de l'ancre s'abaisse, sa dent rencontre la roue, l'arrête momentanément; mais l'oscillation du pendule faisant remonter ce bras et cette dent, la roue échappe et tourne d'un cran ; alors l'autre bras de l'ancre s'est abaissé à son tour, au point de faire rencontrer sa dent et la roue, et d'arrêter semblablement celle-ci. L'oscillation du pendule en sens inverse fait dégager de nouveau la roue, pour ramener ensuite la succession indéfinie des mêmes circonstances. Comme il faut un battement du pendule pour qu'une dent de la roue soit rencontrée par une de celles de l'échappement, puis un second battement en sens inverse, pour que cette dent se dégage, on voit qu'il ne passera qu'une dent à chaque double oscillation.

L'échappement à ancre a subi bien des modifications quant à la disposition et à la forme de ses deux dents, et quant à l'angle sous lequel elles viennent rencontrer les dents de la roue. Parmi ces variétés, nous nous bornerons à citer l'échappement à *chevilles*, dans lequel les dents rentrantes de l'ancre ordinaire sont remplacées par deux chevilles cylindriques implantées à l'extrémité des branches de l'ancre, et perpendiculairement au plan de ces branches. L'angle formé par les deux

branches est très petit, afin que les deux chevilles ne viennent jamais rencontrer les dents de la roue que d'un côté; tandis que l'ancre ordinaire embrasse dans son angle plusieurs dents à la fois de cette roue, et rencontre alternativement les dents qui se présentent à l'extrémité gauche et à l'extrémité droite de cet arc. Nous citerons, 2°, l'échappement qui porte spécialement le nom de *Graham*, dans lequel l'angle aigu de l'ancre commune est remplacé par un arc assez ouvert; de telle sorte que la rencontre de ses dents et de celles de la roue s'opère à l'extrémité d'une tangente menée par l'axe d'oscillation (1).

Il nous faut maintenant examiner les échappements à repos *libres* ou *indépendants*, qui sont, avons-nous dit, ceux où le balancier continue à osciller pendant le repos de la roue d'échappement, sans être en contact avec lui.

Dans ces échappements, il faut, outre la *levée*, la *chute*, la *vibration*, distinguer encore une période très courte, intermédiaire entre le repos et la levée, pendant laquelle le balan-

(1) Parmi les échappements à repos dépendant, nous n'avons pas cru devoir décrire ceux qu'on nomme à *virgule* et *duplex*, attendu qu'ils ont beaucoup moins d'importance que l'échappement à cylindre, et vu le défaut d'espace.

L'échappement à virgule pourrait être considéré comme une variété de celui à cylindre, avec cette différence que, dans l'échappement à cylindre, l'action de la levée appartient à la roue, et que, dans celui à virgule, elle appartient à la pièce qui remplace le cylindre dans cet échappement. « Cette roue est beaucoup plus simple dans l'échappement à virgule que dans celui à cylindre, et quoique dans l'échappement à virgule les deux levées se fassent par des leviers fort inégaux, et que les deux repos aient lieu à des distances assez différentes de l'axe du mouvement du balancier, ces défauts sont, dit M. de Prony, plus frappants en théorie que sensibles dans la pratique. »

L'échappement, dit duplex, a été construit pour la première fois par Pierre Leroy, et quoiqu'il n'ait pas de rapport dans la forme des mobiles avec celui à virgule, il en est assez rapproché par ses fonctions. La roue d'échappement est composée de deux roues concentriques, placées immédiatement l'une au-dessus de l'autre, et portées par le même axe. La grande est destinée à opérer le repos, le décrochement, et à contribuer à une petite partie de la levée. Le reste de cette levée est l'effet de l'action de la seconde roue, qui agit d'une manière très favorable pour l'opérer.

On peut objecter à cet échappement, qui d'ailleurs est simple et élégant, le poids, ou l'inertie considérable que doit avoir le dernier mobile, composé de deux roues sur le même arbre.

cier fait cesser le repos de la roue d'échappement, en écartant, par un petit choc brusque, d'une petite étendue, l'obstacle qui retenait la roue. Cet acte a été appelé le *décrochement*.

Ferdinand Berthoud a beaucoup contribué à la propagation des échappements libre, non seulement en les introduisant dans les horloges employées par la marine française, et en s'occupant sans relâche de leur amélioration, mais en signalant, presque à chaque page de son traité des horloges marines, aux praticiens et aux savants, l'importance de ce système. « Les conditions les plus essentielles que la théorie demande de l'échappement le plus parfait, sont, dit ce savant horloger, 1° que la force du moteur soit transmise au régulateur, au moyen de l'échappement, sans perte, c'est-à-dire, que la roue d'échappement communique au régulateur la force qu'elle reçoit du moteur, avec le moins de frottement possible; 2° qu'après que la roue a communiqué l'impulsion au régulateur, celui-ci achève librement sa vibration; 3° que l'action de l'échappement ne puisse, en aucune manière, changer la nature des oscillations du régulateur, c'est-à-dire que ses oscillations soient régulières avant comme après son application à l'horloge; 4° que l'échappement n'exige point d'huile, en sorte que les frottements qu'il éprouve soient les plus petits possibles, et que, par conséquent, les variations qui peuvent survenir dans ces frottements ne soient jamais capables d'affecter la marche de l'horloge, ou d'altérer l'isochronisme de ses oscillations. »

Berthoud, dans le même ouvrage, semble se présenter aussi comme l'inventeur des *échappements à vibrations libres à détente*. Aujourd'hui on admet généralement que l'idée dominante de ce système, l'emploi de la détente, a été pour la première fois mise au jour par Julien Leroy, et on attribue à Berthoud l'honneur d'avoir le plus fait pour le perfectionnement de cet échappement.

On donne souvent à l'échappement *libre à détente* le nom d'Arnold, célèbre horloger anglais, qui l'a toujours employé, et avec succès, dans ses montres marines et dans ses chronomètres de poche. Quoi qu'il en soit, nous allons donner une indication succincte de l'une des formes que l'on a données à cet échappement.

Rappelons d'abord le but qu'il faut atteindre. Il faut arrêter par un intervalle le développement du ressort, et avec lui le mouvement des rouages et des aiguilles, pour qu'il n'y ait pas accélération, pour que le développement du ressort recommence toujours de nouveau chaque fois. Il faut que ces renaissances du mouvement général soient également espacées, pour que les intervalles donnent des mesures égales du temps. Pour atteindre ce double but, il faut venir placer devant une des dents de la roue d'échappement, à des époques équidistantes, un obstacle fixe, puis écarter cet obstacle après des intervalles de temps égaux. Cet obstacle, ce sera au régulateur à le ramener lui-même contre les dents, puis à l'écarter; et de son côté, la roue d'échappement devra entretenir le mouvement oscillatoire du balancier, pour empêcher le frottement des pivots et de l'air de ralentir peu à peu ce dernier, sans pour cela altérer l'isochronisme des mouvements de ce balancier.

On parvient à faire passer la roue d'échappement, par une succession isochrone de mises en repos et de mises en mouvement, sous l'influence du balancier régulateur, au moyen d'un *levier de détente* qui, comme on le verra tout à l'heure, à des intervalles égaux, se rapproche ou s'écarte alternativement de la roue d'échappement, guidé qu'il est par le balancier, et arrête ou laisse passer chaque fois une dent de cette roue. En second lieu, pour éviter que les communications de force que la roue d'échappement procure chaque fois au balancier, ne se fassent au détriment de l'isochronisme de ce dernier, on ne laissera le balancier en rapport avec la roue que pendant des instants infiniment courts; par ce moyen le balancier reprendra presque aussitôt sa *liberté*, et son isochronisme ne sera pas troublé par de ces frottements plus ou moins durs contre la roue, comme on en trouve dans l'échappement à cylindre, et dans tant d'autres.

Cela posé, il sera facile de comprendre les fig. 47, 48 et 49: *rr* est la roue d'échappement; *bb'* une roue qui a le même axe que le balancier et doit osciller avec lui; I *o* est un levier ayant son point fixe en I, et qu'un ressort spiral *s* pousse toujours vers la roue *rr*. Ce levier est garni d'un talon *t*, qui arrête au passage une dent telle que *u* de la roue *rr*, quand rien n'empê-

Fig. 47.

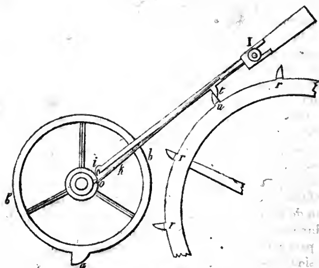


Fig. 48.

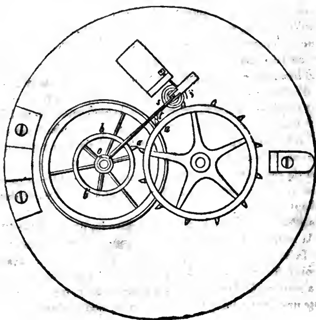
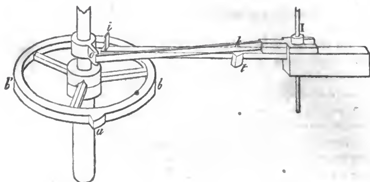


Fig. 49.



che le ressort directeur *s* d'appliquer le levier contre la roue *rr*. Ce levier (fig. 47 et 49) est composé de deux parties superposées dans leur longueur : l'une inférieure et rigide *t i*, qui porte le talon *t*, et ne s'avance que jusqu'au mentonnet *o* ; l'autre supérieure est élastique, et elle atteint le mentonnet. Ces deux parties sont fixées toutes deux à l'extrémité I, autour de laquelle le levier peut tourner ; mais on peut les écarter l'une de l'autre, en ployant la lame de manière à la rapprocher de la roue *rr*.

La roue *bb'* porte à sa circonférence une palette *a*, assez longue pour que les dents de la roue ne puissent passer sans la pousser, quand cette palette est ramenée par le retour du balancier dans une région voisine de la droite qui joint les centres des deux roues *bb'* et *rr*.

La rencontre du mentonnet *o* et de l'extrémité de la lame élastique produit deux effets différents, selon le sens dans lequel elle a lieu. Dans la vibration de levée (fig. 48), le mentonnet *o* pousse le ressort *k*, de manière à ce que ce ressort, appuyant contre le piton *i*, ne peut céder sans que le levier *ti* ne cède lui-même ; ce qui dégage le talon *t*, et produit le décrochement ; puis une dent libérée atteint la palette *a* du balancier, qui passe devant elle, et lui donne l'impulsion de levée. Dans la vibration de retour (fig. 47 et 49), le mentonnet *o* rencontre l'extrémité du ressort *k*, dans le sens où il peut céder, sans rencontrer le piton *i* ; *k* cède effectivement, sans

que la petite résistance qu'il fait éprouver au mentonnet influe sensiblement sur la vibration, ni qu'elle dérange le levier *t i*, qui est en prise de repos. Au retour du mentonnet, il agit de nouveau dans le sens qui produit le décrochement, et ainsi de suite (1).

On voit que le levier de détente agit, comme tous les leviers du second genre, c'est-à-dire que le point d'appui I est à une des extrémités, la puissance *o* à l'autre extrémité, et la résistance *t* dans une position intermédiaire. Par ce moyen il faut très peu de force au balancier agissant en *o*, pour faire décrocher la roue d'échappement en *t*.

Nous rappelons au lecteur que nous ne prétendons pas donner ce modèle d'échappement à détente pour le meilleur de tous ceux que Leroy, Arnold, Berthoud et d'autres horlogers ont imaginés; nous ne l'avons choisi que parce que son jeu est facile à comprendre, et qu'il fonctionne avec régularité. Nous dirons même qu'il ne présente pas une sécurité complète contre le *renversement* du balancier. Il pourrait arriver qu'une secousse imprimât au régulateur une impulsion assez forte pour lui faire faire une oscillation de deux temps d'étendue; mais depuis qu'on fait faire 18,000 et même 21,600 vibrations par heure au balancier, cette grande rapidité détruit en partie les inconvénients du manque de moyens convenables pour prévenir le renversement; et il faudra une circonstance extraordinaire pour imprimer une pareille secousse au balancier.

Nous ajouterons que l'on substitue ordinairement à la palette *a* une échancrure pratiquée dans le cercle *bb'* pris suffisamment large. La dent de l'échappement pénètre dans cette échancrure, quand la vibration du balancier l'amène devant elle, et elle presse contre un des bords de cette échancrure, comme elle s'appuyait contre la palette.

Nous avons dit qu'on avait modifié fort ingénieusement l'échappement à ancre de *Graham*, pour l'appliquer aux montres mais alors on a rendu le balancier *absolument indépendant de l'ancre*, pendant la plus grande partie des oscillations, sauf dans l'acte du *décrochement*, et dans celui de la *levée*, qui sont des

(1) Voyez Pictet, *Échappements.*

parties aliquotes très petites de l'oscillation totale. On a attribué cet échappement à M. Medge, qui ne l'aurait publié qu'en 1799; mais un horloger de Genève en a, plus de douze ans auparavant, présenté un modèle à la société savante de cette ville.

Dans l'échappement à ancre des montres (1), le balancier est séparé de la roue d'échappement par une pièce intermédiaire, qui produit les *repos* et la *levée*; il n'est en communication avec la force motrice que pendant deux instants très courts, qui ne constituent qu'une aliquote très petite de l'oscillation totale. Dans le premier de ces instants, le balancier est très actif; il fait décrocher la dent de la roue d'échappement, qui était en prise de repos, et lui permet de céder à l'impulsion de toute la force motrice. Dans le second instant, qui suit immédiatement le premier, l'ancre en mouvement rencontre un bras appartenant au balancier, et qui se meut dans le même sens que cette pièce, mais moins vite qu'elle. La différence des vitesses fait que ce bras est atteint et poussé légèrement dans le sens où il va déjà; c'est cette action dans laquelle le balancier est passif, qui constitue la levée. A l'exception de ces deux instants, le balancier est aussi indépendant du système de la montre que s'il oscillait séparément. *On a fait un grand pas vers la perfection de l'art de l'horlogerie, lorsqu'on a su se procurer cette indépendance, qui laisse au régulateur son isochronisme et toute son énergie.*

Nous avons déjà mentionné plusieurs échappements, dits à *chevilles*, à cause des chevilles que portent les roues, tantôt d'un seul côté, tantôt à leurs faces opposées, ou que portent, en place de dents, les deux extrémités de l'ancre, quand on l'applique aux horloges. L'échappement à chevilles de Lepaute est dans ce dernier cas; alors l'ancre et le pendule ne forment qu'un seul système oscillant, comme cela a lieu pour toutes les ancres appliquées aux horloges à pendule. Nous ajouterons ici que parmi les échappements à chevilles qu'on a employés dans les montres, il en est qui sont *indépendants* du balancier, excepté dans les deux instants très courts du décrochement et de la levée : le balancier joue en ces instants un rôle actif et passif,

(1) Voyez le rapport de M. de Prony.

précisément comme dans l'échappement qui vient d'être décrit et avec lequel ce dernier a tant de ressemblance, qu'on pourrait considérer les deux échappements comme deux variétés du même mécanisme.

Pour terminer cette revue rapide des diverses espèces d'échappements, nous dirons enfin que l'échappement peut être de telle nature, qu'il rende le régulateur indépendant de la force motrice, non seulement pendant le repos de la roue, mais même pendant son mouvement. Ce paradoxe est résolu par l'échappement à remontoir, autrement dit à force constante, dans lequel le régulateur reçoit le supplément dont il a besoin pour l'entretien de ses oscillations, non point de la force motrice, mais d'un mobile intermédiaire, animé par une force étrangère à celle qui conduit le rouage. Dans ce cas on peut dire que l'horloge est composée de trois machines.

Parachutes. Dans le dessein d'éviter la rupture des pivots de l'axe commun à l'échappement et au balancier, rupture qu'un choc ou une légère chute peuvent occasionner, Bréguet a imaginé de soutenir ce pivot à l'aide d'un ressort, afin que ployant, en cas de mouvement brusque, dans l'effort que produit la masse du balancier, il amollisse le coup. Cette petite pièce a été appelée *parachute*; mais comme le ressort ne peut réagir utilement que dans une direction donnée, ce parachute ne préserve que de l'effet des chutes qui poussent l'axe du balancier dans cette direction; aussi voit-on souvent des pivots casser malgré la présence des parachutes.

Montres montées sur pierres. Pour diminuer les frottements des pivots des diverses roues, on a imaginé de les faire porter sur des pierres dures, qui, comme celles des cylindres, sont ordinairement en rubis : il existe peu de montres à cylindre en pierre, bien que cette disposition n'élève que de 40 francs environ le prix de revient; et parmi les montres que l'on vend comme *montées sur pierres*, il en est beaucoup dans lesquelles les pierres ne sont que des objets de parade, et ne portent pas réellement les pivots.

Rapports qui doivent exister entre les dentures et la longueur du pendule; cadran; cadrature; sonnerie. Le temps se mesure, comme on le sait, 1° par les mouvements des étoiles, 2° par

celui du soleil. La première mesure n'est usitée que par les astronomes; la seconde est celle que la plupart des peuples modernes ont adoptée. L'une des unités du temps solaire est la moyenne des intervalles variables qui séparent deux passages successifs de cet astre au méridien d'un lieu. Ce jour moyen se subdivise ensuite, comme chacun sait, en vingt-quatre heures, chacune de soixante minutes, chaque minute étant elle-même formée de soixante secondes.

Dans un grand nombre d'appareils chronométriques, on fait osciller le régulateur dans l'espace d'une seconde du temps solaire moyen. Un pendule qui bat cette seconde doit avoir un peu moins d'un mètre; comme cette longueur dépasserait les proportions des pendules de cheminée, on la réduit, et alors le régulateur ne bat plus que la demi-seconde, ou moins encore.

Quel que soit le temps des battements du régulateur, il faut que les indications du cadran et de la sonnerie soient en rapport avec la division du temps solaire; or ces indications sont fournies: 1° sur le cadran, par des aiguilles que font tourner des rouages; 2° par la *sonnerie*, au moyen de détentes que font partir, à telle ou telle époque, des rouages semblables, et qui permettent à des marteaux mus par des poids ou des ressorts de frapper contre des timbres ou des cloches. Dans l'un et l'autre cas, il faut toujours modifier le nombre des dents des roues d'après la vitesse du régulateur.

Supposons un régulateur battant la seconde, et un échappement à roue de rencontre (voy. p. 331). Donnons à cette roue quinze dents; comme il ne passe qu'une dent à chaque double oscillation, les quinze dents, c'est-à-dire la roue entière, auront passé dans trente secondes ou une demi-minute. Faites commander par la roue de rencontre une seconde roue, disposée de manière à tourner trente six fois moins vite; celle-ci fera son tour en trente-six fois 30″ ou en 18 minutes. Subordonnez à cette roue une troisième roue qui tourne quarante fois moins vite; celle-ci demandera, pour faire le cercle entier, quarante fois 18′, ou 720′, ou 12 heures. Si vous faites passer l'arbre de cette dernière roue à travers un cadran partagé en 12 arcs égaux, et que sur cet arbre vous fixiez une aiguille, ce sera l'aiguille des heures. En faisant porter le moteur, soit poids, soit ressort, à

cet arbre, on aura donc, avec trois roues seulement, une pendule marquant les heures.

Pour marquer les minutes, il suffirait de subordonner à la roue des heures une quatrième roue, tournant douze fois plus vite, et dont l'arbre traverserait un autre cadran destiné aux minutes seulement.

En donnant d'autres rapports de vitesse des roues, on peut, sans en employer plus de quatre, marquer à la fois les minutes et les heures. Il suffira pour cela de faire tourner la seconde roue six fois moins vite que la roue de rencontre, c'est-à-dire dans trois minutes, la troisième roue vingt fois moins vite que la seconde, c'est-à-dire dans une heure, et la quatrième douze fois moins vite que la troisième, c'est-à-dire dans douze heures. L'arbre de la troisième pourra porter l'aiguille des minutes, puisqu'il lui fera décrire le cadran entier dans une heure, l'arbre de la quatrième portera l'aiguille des heures. Dans cette disposition, comme dans la première, il faudra un cadran pour chacune des deux aiguilles.

Pour faire marcher les deux aiguilles sur le même cadran, on fait tourner l'arbre *aa*, fig. 50, porteur de l'une des deux aiguilles, dans un cylindre ou *canon c* qui porte l'autre de ces aiguilles, et on fait faire à ce canon, par des roues intermédiaires $r\ r'\ r''$, le même nombre de tours qu'aurait effectués, dans le système précédemment exposé, l'arbre qui aurait porté cette seconde aiguille. Les roues de renvoi, à l'aide desquelles s'effectue cette correspondance des deux aiguilles, forment ce qu'on appelle la *cadrature*; elles se logent sous le cadran.

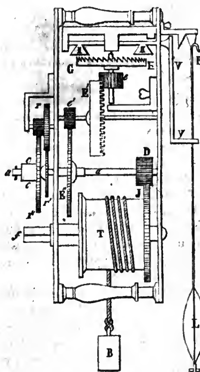
Ceux de nos lecteurs qui ne sont pas exercés aux calculs des rapports des rouages, se demanderont comment on peut donner aux diverses roues des dimensions telles qu'elles aient des vitesses dans les rapports indiqués dans les exemples précédents. Désignons donc la roue de rencontre du second exemple par E, son pignon par e, la seconde roue par E', son pignon par e'; la troisième par E'', son pignon par e''; enfin la quatrième par E'''.

Donnons à ces roues et à ces pignons les nombres de dents suivants :

| E, 15 | *e*, 6 | E′, 36 | *e*′, 6 | E″, 120 | *e*″, 10 | E‴, 120 |

E tournant en trente secondes, comme il a été dit, ainsi que *e*, E′, qui a six fois autant de dents que *e*, prendra six fois plus de temps, ou trois minutes, ainsi que *e*′; E″, qui a vingt fois autant de dents que *e*′, emploiera vingt fois autant de temps, c'est-à-dire une heure, ainsi que *e*″; enfin, E‴, qui a douze fois autant de dents que *e*″, mettra douze fois autant de temps, c'est-à-dire douze heures.

Fig. 50.



Les fabricants d'horlogerie emploient beaucoup d'autres combinaisons pour les dentures; mais l'exemple ci-dessus suffira pour en donner une idée nette. On comprendra que si le régulateur ne bat plus la seconde, on pourra néanmoins faire marquer les heures et les minutes aux deux aiguilles, à l'aide de rouages convenablement divisés.

Exemple d'une pendule à poids, à roue de rencontre et à cadrature (fig. 50).

B poids moteur.
T tambour sur lequel est enroulée la corde tirée par le poids.
f carré ou axe du tambour sur lequel s'adapte la clef à l'aide de laquelle on remonte le poids.
J, D, E″, *e*′, E′, *e*, roues et pignons intermédiaires.

G E roue de rencontre.
I K palettes de l'échappement que la roue chasse alternativement.
$r\ r'\ r''$ cadrature.
c canon porteur de l'aiguille des heures, traversé par l'axe de l'aiguille des minutes.
$a\ a$ axe porteur de l'aiguille des minutes.
V V tige à fourchette qui lie l'échappement au pendule.
P L pendule à lentille.

APERÇU SUR L'ÉTAT ACTUEL ET L'HISTOIRE DE L'HORLOGERIE MODERNE.

Des montres. Il serait difficile d'estimer la quantité de montres qui se vendent en France ou s'exportent chaque année de ce pays, attendu que ces produits sont en grand nombre exploités par la contrebande, qui nous en apporte de Suisse pour plus de 20,000,000 de fr. Il s'en fait 60,000 environ dans les fabriques du département du Doubs. Tout le reste nous est fourni par le Jura suisse ou français. Ces montres sont de qualités et de prix divers, depuis les montres de 15 et 18 francs, qui ont l'échappement vulgaire à roue de rencontre, et bien souvent fonctionnent avec une approximation vraiment surprenante, jusqu'aux montres de luxe à échappement à cylindre, montées entièrement sur pierres précieuses.

Le bas prix de la main-d'œuvre dans le Jura, le grand nombre d'ouvriers qui y cultivent ce genre d'industrie, l'immensité des ressources mécaniques que certains fabricants ont su réunir, tout concourt à assurer à cette contrée le monopole presque entier de la fabrication de l'horlogerie en gros. Le principe de la division du travail a été, dans le Jura, appliqué avec succès à ce genre d'industrie. Là existent une foule de petits fabricants qui chacun font une pièce à part de la montre. Le paysan suisse qui est pour ainsi dire né horloger, achète pour 24 sous toutes les parties qui doivent composer le mécanisme, l'échappement et le ressort exceptés ; il monte et ajuste ce mécanisme, en fait ce qu'on appelle un *rouage roulant*, et vient le revendre au commerce en gros, qui fait compléter le système, et l'accompagne d'une boite. Au milieu de cette foule de petites fa-

briques qui exploitent chacune telle ou telle pièce de la montre, s'élèvent plusieurs établissements gigantesques, parmi lesquels il faut mettre en première ligne ceux de la famille Japy, où se confectionnent dans des ateliers spéciaux presque toutes les pièces d'horlogerie.

Les fabriques Japy sont sur le territoire français, à peu de distance de Montbelliard. La plupart de leurs produits, en fait de montres du moins, sont achetés par les Suisses, qui nous les revendent ensuite avec grand bénéfice, montées et souvent sous la forme de montres complètes.

Quand ces montres parviennent en France, elles ont, pour la plupart du moins, besoin d'être *repassées*. On en renouvelle le ressort et le spiral, pièce si délicate, si essentielle du mécanisme, et d'un isochronisme si difficile à atteindre; on essaie les trous où doivent jouer les pivots, on les refait, on retouche les courbures des dents, et après ce travail de précision, auquel nos ouvriers sont bien plus propres que ceux de la Suisse, les montres sont livrées au commerce français et étranger, sous la garantie du nom de nos horlogers.

Montres marines. L'horlogerie qui appartient vraiment à la France, et dont elle a le monopole presque exclusif, c'est celle des montres marines ou des chronomètres. Le produit total de cette industrie de précision est si faible qu'on ne saurait y voir une branche importante de négoce. Elle rend à la marine royale et au commerce maritime d'immenses services, en leur fournissant un moyen commode pour déterminer les longitudes en mer. Elle n'est parvenue à l'état vraiment remarquable où nous la voyons aujourd'hui que grâce au concours de plusieurs artistes d'un grand mérite; mais les encouragements du gouvernement et la reconnaissance du commerce maritime ont peu fait jusqu'ici pour elle.

L'Angleterre, si riche en ressources mécaniques, lutte avec la France pour la fabrication de l'horlogerie; mais ses montres sont lourdes et sans grâce. Un moment elle eut le dessus pour la confection des montres montées sur pierres fines; aujourd'hui Paris a dans ce genre une supériorité tout aussi évidente que celle qu'il s'est acquise en fait de chronomètres.

Pour porter ces appareils précieux au degré de perfection

qu'ils peuvent atteindre, les artistes français, jaloux de leur réputation, emploieront plusieurs années, s'il le faut; en Angleterre on suit une marche tout opposée. Quand un chronomètre est reconnu bon par les horlogers anglais, ils en feront un grand nombre sur ce modèle, les mettront tous en expérience, rejetteront tous ceux qui n'auront pas une marche supérieure, les abandonneront au commerce, et retrouveront, par la vente du petit nombre de chronomètres qu'ils auront mis à part, le bénéfice qu'aurait dû leur donner la totalité des instruments fabriqués par eux.

Le prix des bons chronomètres s'élève encore, terme moyen, au-delà de mille écus; mais la marine royale en possède aujourd'hui plusieurs d'une nouvelle fabrication et d'un prix beaucoup moindre. Il s'en trouve un entre autres à Brest, qui n'a coûté que 1,200 francs, est sorti de la maison Breguet, et marche admirablement.

A côté de ce nom européen des Breguet, il faut citer aujourd'hui, et sur la même ligne pour le moins, Motel, horloger attaché à la marine; les Berthoud, neveux du célèbre Ferdinand Berthoud que nous avons plusieurs fois cité dans la première partie de cet article; Duchemin, que Paris a enlevé à la ville de Saint-Malo, et dont le talent n'est pas encore assez apprécié; Ingold, Jacob, inventeurs ingénieux et ouvriers habiles, qui doivent, grâce à de nouvelles combinaisons et à un système de fabrication plus étendu, faire des montres fines et des chronomètres à un prix peu élevé. A ces noms nous pourrions en joindre d'autres encore; et il est à espérer qu'il en surgira de nouveaux, grâce au concours qui est ouvert à présent entre tous les horlogers pour la fourniture des montres marines. On sait que ce concours est jugé sur les résultats offerts par des chronomètres déposés à l'Observatoire.

Révolution opérée dans les montres et les chronomètres par Lépine, Breguet, Leroy et Berthoud. En expliquant la principale cause du rejet des échappements à *roue de rencontre*, nous avons indiqué déjà la tendance de l'horlogerie de luxe vers des formes de plus en plus délicates, et nous nous sommes élevés contre cette adoption nuisible des montres aplaties à l'excès. Lépine est le premier, dit-on, qui ait eu l'idée de supprimer

l'une des deux platines entre lesquelles étaient maintenus, avant lui, les rouages de la montre, et de la remplacer par de petits *ponts*, là où devaient être retenus des pivots. Cette suppression, qui met à nu presque tout le mécanisme, fut combinée par lui avec l'emploi des échappements, qui ne demandent que des pièces toutes parallèles aux rouages, et peuvent se loger dans une faible hauteur. Cet horloger a laissé son nom à ce genre de montres plates.

Après Lépine, le premier des Breguet est celui qui a le plus modifié les montres. Son principal mérite est, non dans la foule des inventions qu'il a produites au jour, et qu'on a en général abandonnées, mais dans le perfectionnement des diverses pièces, dans la détermination des *calibres* avantageux, que la Suisse a depuis imités, et qui sont devenus classiques.

Pour faire comprendre combien est méritée la réputation que le premier des Breguet a faite à sa maison, il suffira de citer les prix qu'elle accorde à ses ouvriers. Ordinairement pour faire repasser une montre venant de Suisse, on donne 50 fr. à un bon ouvrier en chambre; chez les MM. Breguet, il est alloué pour la même opération, mais faite avec un tout autre soin, 150 fr. au moins. Les repasseurs attachés à cette maison trouveront que telle pièce est vicieuse, ils la changeront de leur propre mouvement, et par cela seul leurs honoraires s'élèveront souvent à cent écus. La maison Breguet vend en effet de l'horlogerie suisse, mais singulièrement revue et amendée. La vente de cette *horlogerie mixte* est de beaucoup plus lucrative que celle de l'horlogerie de précision, dont toutes les pièces sortent des ateliers parisiens.

Quant à l'historique des améliorations qu'ont successivement reçues les montres marines, nous renverrons à ce que nous avons dit sur Leroy et Berthoud. Ces deux artistes se sont disputé l'honneur du perfectionnement de ces précieux appareils; mais le premier a inventé l'échappement libre, et le second a completé le système chronométrique.

Pendules en général. Nous ne dirons rien du mécanisme des pendules, si ce n'est que leur échappement est à ancre simple ou perfectionnée, ou à chevilles. L'excellence de leur régulateur pendulaire, bien préférable aux *régulateurs balanciers* des

montres, leur permet de fonctionner avec autant d'exactitude que les chronomètres, même lorsque leur échappement et leur rouage laissent beaucoup à désirer.

Ainsi, l'on voit tous les jours, non seulement les pendules faites dans le département du Doubs, qu'on appelle *comtoises*, et qui ne coûtent qu'une trentaine de francs, mais encore les horloges de bois de la Forêt-Noire, fonctionner avec une approximation vraiment surprenante; et cependant ces appareils ont presque tous les défauts que les bons horlogers cherchent toujours à éviter (1).

Pons, horloger français, est le premier qui ait donné à la fabrication des pendules en France une forte impulsion. Avant lui, on fabriquait de l'horlogerie à Saint-Nicolas, près de Dieppe, mais mal et misérablement. Il porta dans cette localité de bons *calibres*, de bons outils, et en peu de temps il fit baisser considérablement les prix. Avant Pons, un bon mouvement de pendule fini coûtait à l'horloger parisien de 120 à 150 francs; il fit tomber ce prix à 75 francs.

Aujourd'hui un mouvement de même qualité se vend de 30 à 50 francs. Ce *mouvement roulant* est dépourvu d'échappement, de ressorts; il a besoin d'être repassé ou *remonté*, d'être garni d'un cadran, et enfin d'être ajusté dans une cage ou socle.

Le repassage, l'addition du ressort, celle de l'échappement et celle du cadran ne sont pas à comparer, quant au prix, avec la cage, quand il s'agit d'une pendule de luxe. L'horloger proprement dit n'a à exercer son industrie que sur les trois premières de ces opérations; le cadran est fourni par l'émailleur; la cage ou le socle est ordinairement en bronze, et dépend du commerce des marchands de bronze ou de porcelaines, qui font spécialement le trafic des pendules. On comprend dès lors comment l'horloger parisien, placé entre le fabricant de mouvements de pendules en gros et le fabricant de bronzes, a perdu de son ancienne importance, et est devenu l'ouvrier de ces derniers.

(1) Il semble, disent les hommes du métier, que les défauts de l'échappement se perdent dans les tremblements qu'éprouvent les pendules longs et flexibles de ces horloges.

La maison Japy fait aujourd'hui aux fabriques de mouvements de Saint-Nicolas et de Dieppe une fatale concurrence. Elle a commencé par leur être inférieure; mais maintenant elle fait presque aussi bien et à plus bas prix; et ce prix, elle pourra le baisser encore. Il sort de cette maison 1,200 mouvements de pendules par mois.

Une fabrique de même espèce a été fondée à Montbelliard; elle promet d'avoir bientôt une grande importance (1).

Cette concurrence ne saurait au reste affecter Paris, qui n'embrasse que le repassage, la fabrication des ressorts, des cages, soit en bois, soit en porcelaine, soit en bronze, la dorure et les cadrans. Cette fabrication est le monopole presque exclusif de Paris, et place facilement cette ville comme intermédiaire, pour la vente des pendules, entre les fabriques de mouvements et le monde presque entier.

Pendules de précision, régulateurs. Le nom de *régulateurs* donné aux pendules construites avec soin dit assez leur fonction. On donne plus particulièrement ce nom aux pendules de prix, que les horlogers ont chez eux, et sur la marche desquelles ils peuvent régler les montres et les pendules de salon de leurs pratiques.

Ces pendules de précision doivent être munies d'un appareil à compensation, quand le pendule est métallique, ou d'un pendule non dilatable, tel qu'une verge en bois. M. Jacob, élève distingué de L. Berthoud et de Breguet, est parvenu à fabriquer des régulateurs qui marchent une année, sans varier de plus d'une demi-minute par mois, marquent les secondes, et *qui ne coûtent que six cents francs.* Ces pendules, qu'on ne remonte qu'une fois par an, dispensent de l'intervention d'un horloger, et sont précieux pour les maisons de campagne; elles sont d'une belle apparence.

Les compensateurs employés aujourd'hui dans les pendules sont généralement à *tiges* (voy. pag. 324); mais il s'en faut de beaucoup que ceux que l'on a adaptés au balancier des pen-

(1) Pendant l'impression de cet article, la concurrence des maisons Japy, Roux de Montbelliard, Pons, etc., a fait tomber le prix des rouages roulants à 12 fr.

dules de cheminée fonctionnent réellement. Ce sont ordinairement de mensongers simulacres dont les tiges ne peuvent même pas glisser dans leurs traverses. Aussi ces pendules varient-elles suivant la saison, et faut-il remonter ou abaisser la lentille, suivant que la chaleur a augmenté ou diminué.

Au nom de M. Jacob il faut associer ceux de plusieurs horlogers habiles, qui ont exposé de belles et bonnes pendules aux dernières expositions. Ce sont, entre autres, MM. *Lory*, *Garnier*, *Deshayes*. Ces fabricants sont à la fois horlogers et *penduliers*. S'il n'était ici question que du mouvement d'horlogerie mis en état, nous mettrions aussi en première ligne MM. Breguet, Berthoud, Lepaute, etc.

Horloges publiques de villes, de fabriques, de châteaux, de villages, etc. A l'exception de quelques horloges publiques construites par des artistes célèbres, tels que Lepaute, le grand-oncle des Lepaute actuels, la France ne possédait, il y a quelques années, en fait de grosse horlogerie, que de mauvaises machines forgées par des mains inhabiles, et abandonnées, pour la plupart, aux soins des serruriers. En outre ces horloges publiques, en si petit nombre, qui méritaient d'être remarquées, ne se fabriquaient qu'à des pri[illegible]ès élevés. Ainsi l'horloge de la ville de Paris a coûté 80,000 francs; celle des Invalides, 40,000 francs; celle du Jardin-des-Plantes, 30,000 francs.

Un horloger aussi instruit dans les théories de la mécanique que dans la pratique des arts, M. Henri Wagner, a depuis quinze ans changé cet état de choses. Après avoir produit à l'exposition de 1819 des horloges à la fois belles et exactes, il se proposa, à l'instigation du jury, de fabriquer pour les moindres communes des horloges marchant avec régularité, d'une grande solidité, d'un entretien facile et d'un bas prix. Ce problème, M. Wagner l'a complétement résolu à l'aide de collections d'outils nouveaux propres à une fabrication suivie et économique.

Pour 500 francs, M. Wagner donne aujourd'hui une horloge aussi exacte que celles qu'on payait plus de 20,000 francs il y a vingt ans. Il est même descendu jusqu'à 250 francs, tout en laissant à l'horloge sa double sonnerie.

Les anciennes horloges exigent des poids énormes pour vaincre les résistances; dans les instants où le rouage a le plus de liberté, la force de ces poids se porte sur l'échappement, et les oscillations ne sont plus régulières. Dans les horloges de M. Wagner, le mouvement est beaucoup plus petit que la sonnerie, et cependant la précision est telle, qu'elle suffit pour indiquer l'heure sur un cadran de six pieds de diamètre, avec un poids de six livres seulement, agissant sur ce mouvement. M. Wagner s'est souvent servi avec succès de l'échappement à chevilles; il a employé des pendules à tiges en bois de sapin dans une horloge horizontale approuvée de la Société d'encouragement, en 1821; il a employé un mécanisme très simple, placé au premier mobile, pour remettre l'horloge à l'heure sans faire courir le rouage, ainsi qu'on le fait ordinairement. Dans ce même modèle d'horloge, la sonnerie est beaucoup plus forte que le mouvement; elle ne se compose que *de trois roues en fer fondu* (dont une pour remonter le poids); elle est isolée du mouvement, auquel elle ne communique que par une détente faisant arrêt sur le volant. Le volume de cette horloge n'est que de *vingt-trois pouces sur quinze*.

Le même horloger a résolu dernièrement un problème assez curieux : c'était de faire d'une de ces pendules comtoises si communes en province, combinée avec une partie de tourne-broche, une horloge pouvant faire marcher une sonnerie, même très forte, sur le haut d'un château. Ce singulier défi l'a conduit à fabriquer en grand des horloges à bon marché sur le même principe. La communication de la pendule et du mécanisme emprunté au tourne-broche pour faire aller la sonnerie, est aussi simple que solide.

Cette invention permettra d'employer les horlogers de village qui sont habitués aux comtoises, et qui craignent ordinairement de porter la main sur les horloges de prix.

Pour juger de l'exactitude des horloges ordinaires de M. Wagner, il suffira de savoir que M. Biot, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, ayant comparé la marche de l'une d'elles, celle de Beauvais, avec un excellent chronomètre de Breguet, n'a trouvé qu'une variation de quatre secondes environ par jour.

En France on ne fait en grand des horloges que chez l'ingénieur que nous venons de nommer, et à Morey, dans le Jura, où l'on suit les anciens calibres des horloges d'églises, horloges plus coûteuses et plus compliquées que les modernes.

La Suisse ne fabrique pas d'horloges ; l'Angleterre n'en fait que d'après le vieux système et en petite quantité.

Des horloges sorties des ateliers de M. Wagner se voient dans nos possessions d'Afrique, en Amérique, et dans toutes les parties de l'Europe. Les modèles de cet ingénieur ont été par lui communiqués généreusement au commerce, et plusieurs de ses élèves ont commencé à monter sur d'autres points des fabriques nouvelles de grosse horlogerie.

On doit à M. Wagner le procédé employé partout en France pour refendre les rouages au tour, en donnant à chaque dent sa courbure, et sans avoir besoin de faire ces dents à la main. Ce procédé, appliqué depuis à la fabrication de toutes sortes de rouages, lui a permis de réduire les prix des horloges. Avant M. Wagner on avait voulu résoudre le même problème en attaquant le disque métallique destiné à former le rouage, par une *fraise* circulaire en acier, dont le bord était creusé convenablement Mais quand il fallait tremper cette fraise, après l'avoir ainsi creusée, pour la durcir et attaquer le rouage, l'acier se *voilait*. M. Wagner fit disparaître cette difficulté en réduisant la fraise à une seule dent qu'il fit tourner avec assez de vitesse pour qu'elle remplaçât le cercle entier de la fraise.

M. Wagner s'est aussi fait connaître honorablement par la construction de systèmes de rouages destinés à la rotation des phares, et par l'exécution de nombre d'autres machines qui ne se rattachent pas à l'horlogerie.

On estime qu'il n'y a, en France, que 20,000 communes sur 44,000 qui aient des horloges.

Mouvements des lampes mécaniques. Outre les appareils chronométriques, le commerce de l'horlogerie comprend les mouvements à ressort qui sont destinés à faire marcher les appareils hydrauliques qui dans certaines lampes élèvent l'huile d'un réservoir inférieur jusqu'au bec ; il nous suffira de dire que eur régulateur est un volant à palettes, qui agit par la résistance de l'air, à la manière de celui des tourne-broches, et que

le travail des pompes à huile contribue aussi a régulariser le mouvement.

Les mouvements de lampes nous viennent principalement du Jura français, de Dieppe, de Saint-Nicolas; Besançon commence à en fournir; leur prix va baissant comme celui des mouvements de pendules. SAINTE-PREUVE.

HOUBLON. (*Technologie.*) Le houblon, *humulus lupulus* de Linné, est une plante de la famille des urticées (dioécie pentandrie). Cette plante est vivace et dioïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles et les fleurs femelles existent sur deux individus différents.

Le houblon croît naturellement et spontanément dans les haies et sur les bords des bois de l'Europe tempérée et septentrionale; mais on ne le trouve dans ces lieux qu'en très petites quantités. L'emploi qu'on en fait étant considérable, on le cultive en Flandre, en Hollande, en Angleterre, en Allemagne, en Franconie, en Bohême, en Belgique et en Amérique. Déjà la culture du houblon s'est propagée en France; mais cette culture est peu considérable, et nous sommes les tributaires de l'étranger, qui nous fournit, en échange de notre numéraire, la plus grande quantité du houblon que nous employons. Cependant il est démontré, et des brasseurs anglais en sont convenus, que le houblon cultivé en France, récolté et conservé d'une manière convenable, vaut mieux que celui qui provient de leur culture; malgré cela, des brasseurs du nord de la France repoussent le houblon cultivé dans nos pays, et achètent en Allemagne du houblon français qui a subi l'exportation, par là ils perpétuent un préjugé préjudiciable aux cultivateurs, en recevant avec confiance sous le nom de *houblon d'Allemagne*, un produit de notre sol.

L'examen des tableaux des douanes nous a fait connaître que l'importation du houblon s'est élevée pendant l'espace de sept années à 4,402,788 kilog., d'une valeur de 6,583,401 francs. Cette quantité s'est répartie de la manière suivante pendant ces sept années:

En 1822,	835,142 kilog.,	valeur de	1,670,284 fr.
1823,	521,629		1,043,258
1824,	487,549		975,098
1825,	833,856		1,004,820
1826,	611,814		764,768
1827,	549,194		686,492
1828,	563,604		438,681
	4,402,788		6,583,401

Les usages du houblon sont nombreux; on sait qu'on l'emploie dans diverses préparations médicales, mais ces emplois sont peu considérables. Dans l'économie domestique, on mange les jeunes pousses, que l'on fait cuire comme les asperges. Ces jeunes pousses, ou *turions*, contiennent une matière sucrée dont on peut obtenir de l'alcool par la fermentation et la distillation. En Suède et en Lithuanie, on retire des tiges fibreuses du houblon un fil qui peut servir à faire des cordes et des toiles grossières. Les moyens à employer pour disposer les fibres à cet usage consistent à détacher les feuilles des tiges, à exposer celles-ci à l'intempérie de la saison pendant un hiver, à achever leur préparation en les faisant rouir dans de l'eau stagnante, dans de l'eau de la mer, ou dans celle des rivières. Ces opérations étant terminées, on fait sécher les tiges, et on les débarrasse de la partie cassante sur laquelle la fibre flexible était fixée pendant la vie du végétal. On peut encore extraire la fibre du houblon sans employer le rouissage : on fait alors macérer les tiges dans de la lessive de cendre, on les laisse sécher, puis on les fait passer entre deux cylindres en bois; ces cylindres brisent la partie cassante, qui est ensuite débarrassée de la fibre destinée à la confection des toiles.

Depuis quelques années, on a préconisé l'emploi des cônes du houblon pour préserver le blé des attaques des insectes. On a recommandé, à cet effet, d'en placer un paquet au milieu du tas de blé qu'on veut préserver. L'odeur forte qui provient de l'huile essentielle, et qui se répand dans la semence, en chasse les insectes.

La plus grande partie du houblon est consommée dans les brasseries, où ce produit est employé pour communiquer à la

bière le goût particulier qui la caractérise, et aussi pour défendre ce liquide des altérations qu'éprouvent la plupart des solutions végétales fermentées.

Le houblon a remplacé dans la bière divers végétaux qui y étaient introduits dans le même but, c'est-à-dire pour donner à cette boisson de la saveur, et pour y introduire un principe conservateur, végétaux parmi lesquels on comptait le buis, le trèfle d'eau, l'absinthe, la gentiane, l'écorce de chêne, produits qui ne sont plus employés de nos jours, si ce n'est par substitution au houblon, substitution qui est désavouée par les brasseurs, et qui est répréhensible.

La quantité de houblon qui est employée dans la fabrication de la bière est considérable ; en effet, nous avons vu que, sans compter celui qu'on récolte en France, et qui est employé dans nos brasseries, on en a tiré de l'étranger, pendant sept ans, 4,402,782 kilog. en échange d'une somme de 6,583,401 fr. Il est donc à désirer que la culture du houblon se multiplie en France de manière à ce que nous n'ayons plus besoin d'avoir recours à l'étranger. Il y aurait un avantage immense pour l'agriculture. En effet, de recherches que nous avons faites avec M. Payen, il résulte qu'un arpent de terre planté en houblon dans le département de l'Oise a produit une somme de 100 fr., tandis que par d'autre culture le même espace de terrain n'avait produit que 60 fr.

Les houblons employés dans la fabrication de la bière sont tirés de divers lieux. Ceux dont on fait le plus souvent usage sont ceux d'Alost, ceux de Busignies, ceux des Voges ; on emploie aussi les houblons de Spa et ceux de Poperingue. On se sert de ceux-ci particulièrement dans les fortes chaleurs. Ces houblons étant très forts apportent dans la bière une plus grande proportion du principe conservateur ; cependant, depuis quelques années, le houblon de Poperingue a perdu de sa réputation.

La bonne conservation du houblon, la quantité de la sécrétion jaune qu'il contient dans les cônes, étant d'une grande importance pour la bonne qualité de la bière qu'on prépare avec ce produit, les brasseurs ont cherché à reconnaître la valeur du houblon. A cet effet, ils l'essaient en le frottant dans la main, cherchant à apprécier approximativement la quantité de la

matière jaune qui se détache des cônes, et l'odeur de cette matière.

On pourrait procéder d'une manière plus exacte en séparant, comme nous l'avons fait avec MM. Payen et Chapelet, non seulement la matière jaune, mais encore les matières étrangères, feuilles, queues, et substances terreuses. A cet effet on prend le houblon qu'on veut examiner, on le fait sécher convenablement, on en prend ensuite cent parties; on sépare de ce houblon toutes les substances étrangères aux cônes, et qui donnent à la bière *un goût de foin* tout-à-fait désagréable; lorsque la séparation de ces substances étrangères est faite, on en prend le poids; cette opération étant terminée, on effeuille sur un tamis de crin à mailles peu serrées, les cônes du houblon, et on cherche, par tous les moyens possibles, à épuiser les feuillets de ces cônes de la matière jaune qui passe à travers les mailles du tamis; on détermine ensuite quel est le poids de la matière jaune, et celui des feuillets épuisés. Des expériences faites par nous avec MM. Payen et Chapelet, sur des houblons pris dans le commerce, ont donné les résultats consignés dans le tableau ci-joint :

NATURE DU HOUBLON.	MATIÈRES étrangères, feuillets, queues, matières terreuses.	SÉCRÉTION jaune (lupuline).	FEUILLETS ÉPUISÉS.
De Poperingue.	12	18	70
D'Amérique.	24,30	16,90	68.80
De MM. Clément et Parageon, Duparc, à Bourges.	0,50	16	83,50
De M. de Merville, à Crécy (Oise).	1.80	12	86,20
De Bussignie (Flandre française).	7	11,50	81.50
Des Vosges.	3	11	86
Anglais vieux.	3	10	87
De Lunéville (Meurthe).	1.50	10	88.50
De Liége.	16	9	81
D'Alost.	16	8	76
De Sparte.	3	8	89
De M. de Ligny, à Toul (Meurthe).	0,5	8	91.50

Ces essais nous ont permis de conclure que les houblons français, récoltés et conservés avec soin, peuvent supporter la comparaison avec les houblons étrangers, soit sous le rapport de la quantité de sécrétion jaune, soit en raison de la saveur agréable que cette sécrétion, extraite des houblons français, communique à la bière.

Nous avons dit que la sécrétion jaune était la matière active que l'on recherchait dans les cônes des houblons; cette matière a été étudiée par MM. Planche, Ives de New-York, Lebailly, Raspail et Gabriel Pelletan; nous nous en sommes aussi occupé avec M. Payen, nous proposant de déterminer sa nature, et quelles sont les substances qui la composent. Ce travail nous a conduit à reconnaître que la sécrétion jaune était composée de dix-huit substances, d'eau, d'une huile essentielle, d'acide carbonique, de sous-acétate d'ammoniaque, de traces d'osmazome, d'une matière grasse, de gomme, de malate de potasse, de malate de chaux, d'une substance résineuse, de silice, d'hydrochlorate de potasse, de sulfate de potasse, de carbonate et de phosphate de chaux, d'oxide de fer, de traces de soufre. L'examen que nous avons fait de cette substance nous a porté à penser qu'on pourrait peut-être par la suite remplacer l'infusion du houblon dans la bière par une addition d'une teinture alcoolique préparée avec cette sécrétion jaune. Il est probable que l'alcool dissolvant une plus grande partie de la matière active du houblon que l'eau, on obtiendrait une économie dans la quantité du houblon employé, tout en fabriquant une bière aussi bonne et aussi forte que celle qu'on obtient par la méthode actuellement en usage. Ce qui semble démontrer la vérité de cette manière de voir, c'est que si l'on ramasse des cônes de houblon qui ont servi à la fabrication de la bière et qui sont rejetés par les brasseurs, et qu'on les fasse sécher, on peut en séparer une certaine quantité de sécrétion jaune, qui, traitée par l'alcool, fournit à ce liquide une matière amère qui a la plus grande ressemblance avec la teinture qu'on obtient avec la sécrétion non épuisée. On peut encore, en employant ce moyen, c'est-à-dire en faisant usage de la teinture de la sécrétion jaune dans la fabrication de la bière, conserver dans ce liquide de l'huile volatile qui se dégage lorsqu'on met à chaud le

houblon en contact avec le moût de bière. Déjà on avait proposé, dans les *Annales de chimie*, une autre manière de faire, qui consistait à distiller le houblon, à recueillir l'eau distillée et l'huile, à les séparer, à faire ensuite un extrait avec le résidu de la distillation, puis, lorsqu'on voudrait faire de la bière, à faire une mixture contenant l'eau distillée, l'huile et l'extrait, afin de le mêler au moût d'orge. L'auteur de cette observation avait reconnu que la bière préparée par cette méthode était plus amère; il en avait conclu que par son procédé on obtiendrait avec plus d'économie une bière qui se conserverait beaucoup plus long-temps, sans employer pour cela plus de houblon qu'on n'en consomme ordinairement. Déjà nous avons employé avec succès la teinture de la sécrétion jaune dans la préparation d'une bière factice qui peut se préparer en petite quantité et en peu de jours.

La couleur du houblon pouvant faire reconnaître la qualité de ce produit, on doit en tenir compte; en effet, on a remarqué que les houblons cueillis avant leur complète maturité ont une couleur jaune claire, un peu blanchâtre; ces houblons acquièrent la plus grande partie de leurs propriétés actives pendant la dessiccation; ceux qu'on récolte dans leur maturité sont d'une belle couleur jaune doré; ils ont, en général, une odeur agréable, fournissent une plus grande quantité de sécrétion jaune. Quant aux houblons recueillis trop tard, ils ont une couleur brune, et ils ont perdu une partie de leur force; aussi sont-ils peu recherchés. La plupart des caractères physiques que possède le houblon sont dus aux soins apportés dans la récolte; ainsi on a remarqué que les houblons cueillis par un temps sec, après que la rosée a été séchée, se conservent très bien, tandis que les houblons recueillis par un temps de pluie sont sujets à se moisir; les cônes, dans ce cas, prennent une couleur qui annonce cette altération, leur odeur est moins forte: ces caractères jettent de la défaveur sur ce houblon; il en est de même des houblons recueillis lorsque la fleur est passée, et surtout de ceux qui, arrivés à cette époque, reçoivent *un grain*, résultat d'un orage.

Si les précautions à apporter dans la récolte du houblon donnent à ce produit des caractères qui peuvent augmenter ou

diminuer sa valeur, il en est de même de l'application qu'on apporte à conserver et à transporter le houblon ; on conçoit que si l'on remue sans précaution et à plusieurs reprises les cônes du houblon, on peut perdre une certaine quantité de la substance active; on conçoit encore que si on l'abandonne au contact de l'air, il perd une partie de l'huile essentielle qu'il contient; que si on le laisse au contact de l'humidité, il éprouve une altération plus ou moins marquée, ce qui d'ailleurs lui est commun avec la plupart des substances végétales. C'est donc pour obvier à ces inconvénients que l'on emploie, soit dans la Flandre française, soit en Angleterre, des moyens divers de conservation. Dans la Flandre française les houblons sont conservés dans des chambres obscures, boisées, où ils sont entassés; là, les brasseurs en prennent des échantillons, puis lorsque ce houblon leur convient, ils le mettent dans des sacs, en ayant soin de le fouler, afin qu'il tienne moins de volume. Ces précautions, bonnes en elles-mêmes, ne sont cependant pas suffisantes pour éviter toute déperdition des produits utiles; en effet, les nombreux et larges interstices qui restent entre les cônes plus ou moins foulés, laissent toujours un passage à l'air qui se sature des substances volatiles essentielles à la bonne qualité du houblon. Si la théorie explique ce fait, des observations anciennes et nombreuses le constatent : on sait, en effet, qu'au bout d'un ou de deux ans, le houblon simplement entassé perd plus ou moins de sa valeur, tandis que celui qui est réuni en masse dure et compacte par la méthode anglaise, conserve pendant plusieurs années sa valeur entière. Souvent on a vu des brasseurs embarrassés pour reconnaître *l'âge* du houblon anglais qu'ils achètent, parce que l'on avait effacé sur le ballot la marque de l'année qui indiquait la récolte pour en substituer une autre plus récente; l'âge ne pouvait donc être déterminé par l'aspect. L'expérience démontre l'efficacité du procédé employé en Angleterre et qu'il est convenable d'adopter chez nous; ce procédé fort simple est le suivant : on prend le houblon recueilli et séché avec les précautions convenables, on le met dans de grands sacs de forte toile, où il est foulé le plus possible ; on soumet ensuite ces sacs placés debout à l'action graduée, soit d'une forte presse à vis en fer ou

d'une presse hydraulique; par l'effet de cette pression le houblon occupe moins de volume; le sac, devenu trop grand pour le contenir, forme des plis nombreux et de plus en plus considérables; pour empêcher le houblon de se développer de nouveau lorsqu'on cesse la pression, on développe les plis, on tend le plus possible le sac, on coud fortement ensemble les parties rapprochées, on applique la portion de toile doublée sur le corps du sac, on fait à la jonction une couture très serrée, et le pli ainsi arrêté solidement ne peut plus se prêter au développement du houblon lorsqu'on desserre la presse. Le résultat de cette forte compression est de diminuer tellement les vides existant entre les cônes du houblon, que les produits volatils, à l'abri du contact de l'air, ne peuvent se dégager qu'en proportions très minimes. Les balles compactes contenant le houblon ont encore l'avantage d'être moins volumineuses; elles sont plus faciles à transporter, moins embarrassantes dans les magasins où on les renferme. On conçoit encore que l'eau contenue dans l'atmosphère pendant les temps humides ne peut les pénétrer, et que le houblon qu'elles contiennent est défendu de la plupart des chances d'altération qui pourraient diminuer ses propriétés et sa valeur. On doit dans toutes les manipulations prendre le plus grand soin pour ne pas perdre de la sécrétion jaune qui, comme nous l'avons déjà dit, est la matière qui donne à la bière et une saveur et un arome apprécié par les consommateurs. A. CHEVALLIER.

HOUBLON, *humulus lupulus*. (*Agric.*) Plante vivace et grimpante, dont les cônes sont employés pour la fabrication de la bière.

On admet dans le Brabant trois variétés distinctes de houblon : 1° *la fleur dorée*, connue aussi sous la dénomination locale de *hertebelle*; 2° *la fleur verte*, ou *groenbelle*; 3° le *houblon jaune*, *cornoelhop*, qui est le plus estimé et le plus recherché du consommateur. Une longue pratique a fait observer que la première de ces variétés s'accommodait bien de toute espèce de terrain, pourvu qu'il ne s'éloignât pas trop de la qualité qui sera décrite ci-après; que la deuxième exigeait une terre forte et argileuse; et que la troisième se perfectionnait et prenait plus de croissance dans une terre un peu plus légère; qu'en

général la reprise du plant était beaucoup plus prompte et plus assurée quand la plantation suivait immédiatement la dernière préparation du terrain.

Le sol qui paraît le plus propre à la culture du houblon, et celui que l'on préfère généralement en Belgique, se compose d'une terre jaune et douce, chargée en excès de parties alumineuses ou argileuses. Ce sol est préparé avec beaucoup de soin; on le bêche d'abord le plus profondément possible; on le laisse aérer, puis on le divise en y faisant passer successivement la petite charrue et la herse, ou simplement en le traitant à la houe lorsque le terrain est trop circonscrit pour y employer un attelage; il est préférable de placer la houblonnière dans une plaine élevée : les bas-fonds lui sont nuisibles, les plants y viennent mal, et les fruits y noircissent, surtout dans les années où il règne beaucoup de brouillards, ce qui arrive fréquemment en Belgique.

Le terrain étant suffisamment préparé, on espace les trous ou fosses qui doivent recevoir le plant à 1 mètre 72 centimètres l'un de l'autre; chacun des trous doit avoir environ 81 centimètres en carré; on y dépose un abondant engrais de fumier de vache, que l'on recouvre d'une couche de terre fine et meuble; ensuite, à la profondeur de 32 centimètres, et à distance mutuelle de 27 centimètres, on arrange dans chaque fosse quatre plantes vigoureuses récemment détachées de la plante-mère, on recouvre légèrement ces plantes d'environ 6 centimètres de terre préparée et fumée. Cette opération se fait régulièrement du 1er au 15 mars.

Du moment que la végétation annuelle se manifeste dans la houblonnière, on ne peut plus la perdre de vue : ce sont des soins continuels : d'abord on plante les échalas autour desquels les sarments doivent s'enrouler; la hauteur de ces échalas, depuis 3 jusqu'à 8 mètres, est progressive et suit l'âge de la houblonnière; à mesure que les sarments augmentent en croissance et s'enroulent sur les échalas, on les y attache avec précaution, au moyen de joncs, jusqu'à ce qu'ils soient arrivés hors de la portée de la main; alors on les abandonne, et ils s'attachent d'eux-mêmes aux supports. On a soin de ne laisser monter que trois à quatre sarments par plante; on supprime les autres.

En tout temps, il faut sarcler la houblonnière et la tenir constamment nette; en un mot, il faut avoir toujours le sarcloir en main.

Vers la mi-juillet, les fleurs commencent à paraître; deux mois après, les fruits sont mûrs. On en fait la récolte en détachant les sarments et en les coupant de 1 mètre à 1 mètre 30 centimètres de terre; on enlève les échalas, et on les porte avec précaution dans l'endroit destiné à la cueillette du houblon; là, on dégage les semences de l'échalas, on cueille le fruit et on le porte immédiatement au séchoir. La manière dont se fait cette opération ne contribue pas peu à procurer de la qualité au houblon, qui doit développer une odeur forte et particulière, et offrir une couleur blanchâtre.

Le séchoir est construit de manière à recevoir le houblon sur un lattis élevé de 2 mètres 50 centimètres au-dessus du sol, où l'on entretient des braises allumées qui distribuent dans tout le séchoir une chaleur modérée. Six heures suffisent pour la dessiccation complète du houblon, que l'on enlève au bout de ce temps, et que l'on va déposer en tas sur le plancher d'un grenier, où on le laisse, à l'abri des courants d'air, jusqu'au mois de décembre. Alors on emballe le houblon dans de grands sacs, où il est fortement serré pour être livré au commerce.

Après la récolte du houblon, dans le courant de novembre, on coupe les plants au pied, et l'on donne à la houblonnière un labour général, qui consiste à bien bêcher la terre, en évitant de blesser les racines. Quand l'approche des gelées se fait sentir, on met la houblonnière en mottes; c'est-à-dire que l'on amoncèle au-dessus des plants la terre qu'on enlève tout autour, afin que le froid ne puisse pénétrer jusqu'aux racines. Avant de les recouvrir de terre on a soin de les rechausser un peu, et de les garnir d'une couche de 5 à 6 centimètres de bon fumier de vache. Au commencement du printemps suivant, on abat les mottes, on engraissé de nouveau avec le fumier de vache, et l'on renouvelle le labour général. Beaucoup de cultivateurs ont l'habitude de répandre après cela de la gadoue sur les plants. La houblonnière ainsi préparée, il est rare que l'on soit dans la nécessité d'arroser pendant la végétation; il est vrai que ces plants n'exigent point une grande humidité.

La dépense approximative qu'occasionne l'établissement d'une houblonnière est, par chaque journal (mesure de Belgique) :

Pour la main-d'œuvre employée à labourer, préparer et planter la houblonnière,	30 fr.
Pour le fumier,	30
Pour échalas (dépense annuelle, y compris l'intérêt et la dépense première),	55
Total.	115

Quant au produit moyen du houblon, l'on peut compter, lorsqu'il réussit bien, sur 1/2 kilog. au moins par plante ; or, comme dans un journal de terre on peut avoir 1,250 plants de houblon, espacés comme il a été dit plus haut, il n'est pas exagéré d'avancer qu'une houblonnière d'un journal de superficie rapporte dans une bonne année 625 kilog. de houblon, sur lesquels il reste toutefois à percevoir les frais de récolte et d'emmagasinage. Suivant Burger, une bonne houblonnière peut rendre en moyenne 7 à 9 quintaux métriques par hectare. Les frais du quintal métrique ont été établis par M. Sigismond Kolb à environ 347 fr. (*Cultivateur*, 1835) ; le produit brut serait donc d'environ 2,700 fr. par hectare. On voit combien cette culture mériterait d'être encouragée en France, ainsi qu'on le fait au-delà du Rhin. SOULANGE BODIN.

HOUE. (*Agric.*) La houe est un instrument de fer plus ou moins recourbé, qui sert à ameublir le terrain autour d'une plante en végétation. Le houage s'exécute à la main ou à l'aide de bestiaux qui traînent sur les semis ou entre les plants des instruments de diverses formes. Ces instruments sont le petit extirpateur, le scarificateur à deux ou trois fers, et la houe à cheval. Les plantes peuvent être houées à la main, quelle que soit leur grosseur et leur ordre sur le terrain. Le houage à l'aide d'animaux n'est au contraire praticable avec avantage que lorsque les plants sont espacés d'une distance uniforme. Le houage à la main ameublit le terrain non seulement autour des tiges, mais encore sous leurs racines ; il n'attaque et ne détruit que les plantes superflues ou les herbes nuisibles ; mais il

est dispendieux et réservé pour la petite culture. Les houes traînées par les animaux remuent la terre entre les rangées de plants, mais ne retournent point celle qui touche immédiatement les tiges; car on a soin de ne pas approcher le fer de la houe assez près pour offenser les racines. Ces instruments brisent, entraînent ou culbutent un très grand nombre de plants, et ne dispensent pas de l'emploi de la houe à main pour diviser la terre entre les tiges elles-mêmes; mais on peut, avec la houe à cheval, travailler à peu de frais une grande étendue de terrain.

Le houage à la main, beaucoup plus parfait, est, dans la plupart des cas, trop coûteux. L'emploi de la houe à cheval est principalement applicable à la *culture sur rangée*, dont on peut dire qu'il est le complément. L'emploi des semoirs a beaucoup répandu l'usage de la houe à cheval. (Voy. Instruments aratoires.) Soulange Bodin.

HOUILLE (LIGNITE ANTHRACITE.) (*Chimie industrielle.*) L'importance qu'a acquise la houille depuis un demi-siècle, par les usages auxquels elle a été employée et par la diminution toujours croissante du bois, qu'elle peut remplacer dans la plupart des cas, conduit nécessairement à la rechercher dans toutes les localités où l'on a pu soupçonner son existence et à mieux utiliser toute celle que fournissent les exploitations.

Il en est de la houille comme des minerais : si l'on ne peut dire d'une manière absolue que telle espèce de terrain soit absolument inconciliable avec certaines substances, il est du moins rationnel de ne les rechercher que dans les conditions où l'expérience prouve que l'on peut espérer de les rencontrer; faute d'avoir suivi ce principe, des individus comme des compagnies ont souvent été conduits à des dépenses considérables ou à de désastreuses opérations.

Les houilles ne se rencontrent ni dans les terrains primitifs ni dans les terrains récents, c'est dans des formations intermédiaires des grès et schistes, qui portent le nom de houilliers ou de calcaires secondaires, qu'on les trouve.

Les houilles de la première de ces formations sont de meilleure nature que celles que l'on rencontre dans le calcaire, ces dernières sont le plus ordinairement sèches.

On a vu à l'article Exploitation des mines les divers modes

de travail suivis pour l'extraction de la houille du sein de la terre, nous n'avons à nous occuper ici que des caractères des diverses variétés de houille et de leur emploi.

Relativement à l'industrie, les houilles peuvent être divisées en trois classes : *houilles grasses* ou *collantes*, *houilles sèches* et *houilles compactes*.

1° La *houille grasse* ou *collante* est d'un noir brillant, sa cassure est conchoïde, inégale, lamelleuse et schisteuse; elle pèse à peu près 45 kilog. le pied cube; exposée à l'action de la chaleur, elle se gonfle, se ramollit, les fragments se soudent entre eux de manière à ne former quelquefois qu'une seule masse; quelques variétés même se ramollissent assez pour qu'une partie s'écoule au travers des grilles qui la supportent. Elle donne une fumée épaisse, d'une odeur plutôt aromatique que désagréable. La flamme est blanche. Les variétés très collantes, ou *charbon maréchal* ou *de forge*, sont très avantageusement employées pour la forge, parce que la croûte qui se forme empêche la déperdition de la chaleur, se soutient d'elle-même, et permet de retirer le fer sans déranger le foyer; sur la grille des fourneaux elles offrent l'inconvénient d'obstruer les courants d'air et exigent qu'on brise souvent avec le tisonnier la masse solide qui provient de leur agglutination. Ces diverses variétés de houilles grasses offrent souvent des empreintes de végétaux, elles contiennent souvent des pyrites, mais leur inflammation spontanée est plus rare que celle des houilles maigres : c'est seulement la houille menue qui subit quelquefois ce genre d'action. Les houilles sont peu hygrométriques, elles absorbent même peu d'eau quand elles sont plongées dans ce liquide.

On trouve quelquefois des fragments volumineux de houille assez purs, mais le plus ordinairement ce combustible renferme quelque mélange : l'argile est la matière la plus commune; elle lui communique beaucoup de dureté, on l'y trouve entièrement mêlée.

Le carbonate de chaux se rencontre quelquefois mêlé intimement, mais le plus ordinairement en feuillets intercalés entre les bancs de houille.

On rencontre fréquemment, surtout en Angleterre, du carbonate de fer argileux, en rognons, dans les couches de houille:

c'est un grand avantage quand il y est abondant ; l'exploitation a lieu en même temps que celle de la houille, et le haut-fourneau peut être approvisionné avec la plus grande facilité.

A peine rencontre-t-on quelques houilles qui ne contiennent des pyrites de fer, qui offrent de graves inconvénients par leur transformation en sulfate, et donnent quelquefois lieu même à des combustions spontanées.

Toutes les houilles fournissent une assez grande proportion de cendres infusibles, mais qui, s'agglomérant avec une petite quantité de houille, forment une crasse qui encombre bientôt les grilles, gêne beaucoup le travail, et oblige le chauffeur à un nettoyage fréquent.

Les *houilles grasses* peuvent se diviser en deux sections : les *houilles grasses et tendres*, qui brûlent en se boursouflant, et même se fondent presque complétement; et les *houilles grasses et dures*, qui se boursouflent moins et brûlent avec une chaleur plus soutenue.

2° La *houille sèche* ou *maigre* est plus lourde et plus solide que les précédentes ; elle ne se brise pas avec autant de facilité, sa teinte est d'un noir moins vif ; quelquefois elle a une cassure plus éclatante ; soumise à l'action de la chaleur, elle s'enflamme difficilement, ne se gonfle pas, les fragments ne s'agglutinent pas, l'odeur qu'elle dégage est désagréable, la flamme est blanche et jaune ; cette houille contient moins de bitume, mais il s'y trouve plus également répandu que dans les variétés grasses; le coke qu'elle fournit est généralement d'une médiocre qualité.

Les houilles sèches ne présentent que très rarement des empreintes de végétaux ; elles renferment généralement beaucoup de pyrites, qui, en absorbant l'oxigène de l'air et l'humidité, déterminent souvent des combustions spontanées quelquefois très dangereuses ; elles sont fréquemment couvertes de petites efflorescences de sulfate de fer et se délitent sans être touchées.

Quand un accident de ce genre a lieu, aussitôt qu'on s'en aperçoit, il faut étendre la houille à la pelle, la jeter à la volée sur le terrain, et ne pas y verser d'eau ; ce dernier moyen ne doit être employé que dans le cas où la masse brûlerait avec

flamme, mais il faudrait alors l'immerger avec une grande quantité de liquide.

Les houilles très sèches sont quelquefois employées à cause de la très petite quantité de fumée qu'elles produisent; par exemple, pour *tourailler* les grains, et dans des localités où l'épaisse fumée de la houille grasse nuirait au voisinage.

3° La *houille compacte* est d'un noir grisâtre, à cassure ondée ou plane, se brisant facilement, et souvent en fragments plus ou moins cubiques; elle s'enflamme facilement, brûle avec une flamme brillante, donne peu de chaleur et laisse peu de résidu; le pied cube pèse environ 43 kilog. Cette variété est connue sous le nom de *cannel-coal;* elle est peu répandue.

Suivant l'usage auquel on les destine, on choisit parmi les diverses variétés de houille celle qui est de nature à mieux réaliser l'effet désiré.

Plus elles renferment d'hydrogène, plus les houilles sont fusibles et le coke combustible; les houilles contenant beaucoup d'oxigène se ramollissent peu, et donnent du coke pulvérulent.

Les houilles qui ont l'éclat de la poix renferment moins de carbone que celles dont l'éclat est vitreux; lorsqu'elles offrent un éclat vif, et qu'elles sont très friables, elles renferment beaucoup de carbone et en même temps beaucoup d'hydrogène, qui est même plus abondant encore lorsque la couleur de la houille est brun-noir.

Les houilles d'un noir intense, d'un éclat vif et d'une grande dureté, contiennent beaucoup de carbone et plus d'oxigène que d'hydrogène; une couleur noire, un aspect mat, de la dureté, sont les caractères des houilles qui contiennent moins de carbone et beaucoup plus d'oxigène que d'hydrogène.

Les forges consomment des houilles très collantes et susceptibles de produire une croûte très solide, qui concentre beaucoup plus la chaleur, par exemple, les variétés *tendres*. La grille exige des houilles médiocrement collantes et fournissant une flamme longue, ce sont surtout les variétés dures. Pour le chauffage des chaudières surtout, on doit rechercher celles qui contiennent le moins de pyrites. Pour la fabrication du coke, cette dernière variété est encore la meilleure; elle fournit un combustible plus compacte, moins friable et brûlant avec un plus

grand dégagement de chaleur. Les houilles maigres sont consommées pour les opérations qui n'exigent pas de flamme.

La proportion des cendres que fournissent toutes les espèces de houilles mérite d'attirer l'attention, puisqu'en même temps qu'elles diminuent dans un très grand rapport la quantité réelle de combustible, elles encrassent les grilles, et réagissent sur les produits que l'on veut obtenir. Quelques fabricants instruits ne consomment jamais que des houilles fournissant terme moyen au plus 10 p. 0/0 de cendres; le commerce en fournit souvent qui donnent plus de 20 p. 0/0.

Nous indiquerons à la fin de cet article les procédés pour connaître la valeur comme combustible d'une houille ou d'un coke.

La houille se vend ordinairement à la mesure; les houilles en masses volumineuses sont les seules que l'on livre au poids. L'*hectolitre ras* de houille en morceaux, ou bonne *gaillette*, pèse de 80 à 90 kilog. A Paris, on en livre de 70 à 77 kilog.; à Rive-de-Gier, le poids de l'hectolitre de houille menue varie de 80 à 85 kilog.; il est de 80 pour le mélange de menu et de gros, appelé *Marlborough*, et de 65 à 66 pour la houille *grêle*, ne contenant aucun mélange de menu.

L'hectolitre *comble* peut peser jusqu'à 100 kilog.

La *voie* de houille renferme 12 hectolitres *combles* ou 15 hectolitres *ras*.

Quand les opérations n'exigent pas de grosse houille, le *tout-venant* est préférable, parce que, au même volume, il pèse davantage.

Le nom des diverses houilles, suivant leur grosseur, varie dans les différents pays d'exploitation.

LIGNITES.

On distingue généralement les lignites des houilles par les caractères des végétaux que l'on y remarque, quoique dans certaines variétés il faille les y rechercher avec attention; ces caractères sont même évidents dans les charbons qui en proviennent.

Les lignites se rencontrent dans les terrains secondaires et dans ceux de transport. Les variétés que l'on trouve en cou-

ches importantes sont recouvertes par un calcaire coquillier marin ou par des coulées de laves volcaniques.

La couleur des lignites varie du noir brillant au jaune brun; ils brûlent avec flamme bleue et jaune, et dégagent une odeur plus ou moins fétide; ils ne se boursouflent pas; les fragments ne se soudent pas ensemble; la cendre qu'ils fournissent est pulvérulente.

1° *Lignite jayet.* Nous ne citerons qu'en passant la variété connue sous le nom de *jayet* ou *jais*, d'une couleur noire brillante, d'une apparence vitreuse, très compacte, à cassure luisante, susceptible de se tourner et de prendre un beau poli, et que l'on a beaucoup employée autrefois pour fabriquer des bijoux actuellement passés de mode, et remplacés souvent par du verre violet posé sur un fond noir. En brûlant le jayet, on y découvre la structure végétale.

2° *Lignite friable.* On le rencontre en bancs assez puissants dans des dépôts sablonneux appuyés sur le calcaire; quelquequefois il forme des couches alternant avec les marnes coquillières.

Ce lignite est d'un noir brillant; on y distingue le tissu végétal; à l'air, il se délite en petits fragments cubiques; la quantité de pyrites qu'il renferme en produit facilement la combustion spontanée; il brûle avec flamme, en dégageant une odeur désagréable; il ne peut servir à la forge, mais on l'emploie sur la grille et pour la calcination de la chaux.

3° *Lignite fibreux.* Il offre une teinte terne, variant du brun au jaune de bois; la texture ligneuse y est très sensible; il est cassant et brûle avec flamme et une odeur désagréable; on l'emploie sur la grille.

4° *Lignite terreux.* En masse friable, d'un brun terne plus ou moins foncé; humecté, il se moule; on y reconnaît encore quelques indices de tissu végétal; il brûle en donnant à peine de flamme et avec un assez fort développement de chaleur; l'odeur qu'il répand est très désagréable; on s'en sert pour préparer les CENDRES *végétales*, d'une très grande utilité pour l'agriculture.

Partout où on rencontre des lignites bien combustibles, on peut en tirer un utile parti, soit pour le chauffage des chau-

dières, soit pour le grillage des minerais, la fabrication de la chaux, etc.; mais on ne pourrait s'en servir, par exemple, au haut-fourneau ni au four à réverbère.

COKE.

Jusque dans ces derniers temps (voy. Haut-Fourneau) c'était seulement à l'état de *coke* que la houille était employée pour l'extraction du fer de ses minerais; c'est en ce même état qu'on le fait servir à un grand nombre d'opérations industrielles pour beaucoup desquelles la houille ne pourrait être remplacée par le combustible cru.

Relativement à la production du coke, les houilles peuvent être divisées en deux classes : celles qui s'agglutinent facilement et donnent des cokes frittés et même fondus; les houilles qui fournissent du coke qui conserve le volume du combustible cru, et parmi celles-ci il en est même qui se délitent par l'action de la chaleur, de sorte que le coke s'offre en fragments plus petits que la houille dont il provient.

Ce n'est jamais à l'état de masse volumineuse que la houille est employée pour fabriquer du coke, on réserve pour cet usage les fragments et le poussier, provenant toujours en si grande quantité de l'exploitation ou des transports. Les houilles collantes sont les seules qui peuvent, à l'état de poussier, donner directement du coke, et sans aucun soin particulier.

Deux procédés principaux sont suivis pour la fabrication du coke, la *carbonisation à l'air libre* et *dans des fours.*

1° *Carbonisation à l'air libre*. En Angleterre on fait le plus généralement usage de ce procédé, auquel on attribue surtout l'avantage de mieux séparer le soufre que renferme la plus grande partie des houilles, et auquel on attribue les mauvais effets du coke dans la fabrication du fer.

Sur un terrain aplani convenablement, on construit une cheminée en briques de champ, de 1m,30 à 1m,40 de hauteur, offrant un grand nombre d'ouvertures destinées à produire un tirage; au-dessus de cette cheminée on place un tuyau en tôle de 30 à 40 cent.; on place autour de la cheminée, et pour former la base, les plus gros morceaux de houille, et l'on établit ensuite des tas coniques; on les recouvre avec du

menu et du poussier jusqu'au-dessus de la partie supérieure de la cheminée, en laissant 30 cent. environ découverts à la base; ces tas ont de $3^m,25$ à 5 mètres de diamètre, et renferment douze tonnes de houille; on met le feu aux tas en jetant du combustible enflammé dans la cheminée, et quand l'inflammation se propage on couvre la surface avec du poussier; la carbonisation est achevée en deux jours et demi ou trois jours, on laisse refroidir pendant quatre, on verse de l'eau par des ouvertures pratiquées en divers points, et on démolit le tas.

Le prix élevé de la houille, la grande quantité de menu que l'on obtient dans les exploitations, la diminution considérable de valeur que ce combustible éprouve en se réduisant ainsi en fragments d'un très petit volume, ont dû faire rechercher les moyens de fabriquer du coke par la combustion en tas, en se servant de houille très divisée; à Saint-Etienne on passe la houille à la claie pour retirer tous les fragments, et l'on ne se sert pour fabriquer le coke que de la partie qui passe au travers.

Il est nécessaire de pratiquer dans une masse semblable des canaux pour la circulation de l'air, et de donner assez de consistance à la masse pour qu'elle se maintienne jusqu'au moment où elle s'agglutine; on y parvient en la tassant après l'avoir mouillée en l'étendant sur le sol, y versant de l'eau et la remuant avec un râble.

Les tas sont coniques ou prismatiques, suivant les localités; cependant il paraît que l'on a renoncé aux premiers, qui exigent plus de main-d'œuvre et de terrain.

On forme ces tas coniques au moyen d'un moule en planches réunies par le moyen de crochets et percées de trois rangs de douze trous circulaires, dont le premier est à la hauteur du sol.

On plante verticalement au centre une pièce de bois carrée, et on fait pénétrer par chaque ouverture du rang inférieur un pieu, circulaire de 80 millim. à 1 cent. de diamètre, portant à son extrémité un anneau placé en dehors de l'enveloppe; on tasse alors successivement avec un pilon la houille mouillée, et on place la seconde rangée de pieux, et ainsi de suite successivement, en plaçant, sur la longueur de chaque pieu horizontal,

trois pieux verticaux qui font communiquer chaque série de canaux; on enlève alors les pieux en les tirant par leurs anneaux.

Les tas coniques ont 4 mètres de diamètre à la base, 2^{m},25 à la partie supérieure, et 1 mètre environ de hauteur; ils contiennent 75 bènes de 100 kilog. chacune; il faut six ouvriers pour ce travail; l'un arrange la houille, le second la tasse, le troisième la jette dans le moule, le quatrième l'amène dans les brouettes que remplit le cinquième, et le dernier est occupé à la mouiller; le manœuvre passe la houille à la claie. Ces ouvriers font trois tas par jour.

Les tas prismatiques ont 16 à 19 mètres de longueur, 1 mètre de hauteur, 1^{m},30 de largeur à la base, et 65 cent. à la partie supérieure; on pose d'abord une planche en forme de trapèze, légèrement inclinée et maintenue par deux leviers en fer que l'on enfonce en terre intérieurement en plaçant ensuite les planches latérales réunies par des crochets et maintenues par des leviers; les planches portent trois rangées d'ouvertures, servant au passage des pieux. La planche de l'une des extrémités est percée de quatre trous; celle de l'extrémité opposée n'en porte qu'un par lequel on passe un pieu plus conique que les autres et de 3^{m},25 à 4 mètres de longueur, contre lequel viennent s'appuyer tous les autres; quand on a formé un tas de 4 mètres, on enlève la planche de cette extrémité et on continue le travail de la même manière. Six ouvriers sont également employés à ce travail.

Pour conduire la carbonisation il faut trois ouvriers qui travaillent douze heures par jour; quand ils veulent commencer la carbonisation, ils placent sur les ouvertures et à 16 cent. de hauteur, des morceaux de houille au milieu desquels ils jettent un peu de combustible enflammé qui propage bientôt la combustion dans la masse; quand la combustion est achevée, la flamme cesse, la masse est seulement incandescente; les ouvriers couvrent les tas avec de la terre pour arrêter l'opération; quelquefois, pendant qu'ils sont en feu, on y introduit de l'eau par la partie inférieure, l'incandescence se ranime, et il se dégage souvent une odeur d'ail très forte qui semblerait indiquer la présence du phosphore ou de l'arsenic.

La houille perd moyennement 50 p. 0/0; le coke est légère-

ment boursouflé gris d'acier, d'une apparence métallique et d'une bonne qualité.

La houille maigre et sèche, fournissant un coke non agglutiné, est rejetée de ce genre d'opération; cependant il serait d'une grande importance pour beaucoup de localités de la faire servir à cet usage. M. Nailly a récemment publié à cet égard des renseignements précieux sur les fours entre murs employés avantageusement au Creusot.

Fig. 51.

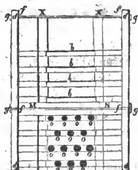


Fig. 52.

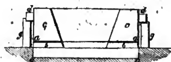


Fig. 51, plan à la hauteur de la sole et à la partie supérieure; fig. 52, élévation du four; les mêmes lettres indiquent les mêmes objets: *a a* plate-forme, *b b* canaux traversant les parois *c c; d d* pièces de bois liées par les boulons *f f* et soutenues par les potelets *g g; o o* cheminées correspondant aux canaux *b b;* M N mur de séparation de deux fours; X X mur de l'extrémité du four.

Les canaux étant remplis de fagotages ou de copeaux, on jette par-dessus de la houille mouillée, jusqu'à une hauteur de 22 à 27 cent., en la tassant fortement avec la batte, et en continuant ainsi couche par couche jusqu'à 8 cent, au-dessus des murs; au moyen d'un pieu conique armé d'un sabot en fer on pratique des cheminées de 11 cent. à la base et 19 cent. à la partie supérieure, descendant jusqu'aux canaux, à 32 ou 38 cent. de distance; on remplit les cheminées de charbon gras, collant, menu, mouillé et bien tassé, et on perce dans leur centre une ouverture d'un diamètre moitié moindre.

C'est au double percement des cheminées et au remplissage avec du charbon gras qu'est dû l'avantage de ce procédé; auparavant, quand on mettait le fourneau en feu, les parois des cheminées s'éboulaient et il n'y avait plus de courant d'air; tandis que le charbon collant forme des cheminées solides qui

permettent facilement le passage de l'air et de la flamme, la quantité de coke étant plus que doublée, et la carbonisation étant opérée 1/3 plus vite.

Ce genre de carbonisation exige des soins pour maintenir libres les canaux et les cheminées. Pour défourner on abat le mur X X et l'on peut recommencer une opération.

La quantité de houille grasse varie suivant la nature de la houille maigre employée; elle est de 1/10 à 1/3 au plus.

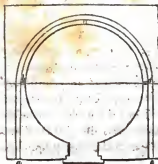
En suivant ce procédé, on a obtenu, avec 1/3 d'anthracite et 2/3 de houille grasse, un coke homogène, dans lequel l'anthracite paraissait fondue.

Fig. 53.



2° *Carbonisation en fours.* Les fours anglais, d'une forme allongée, fig. 53, ont deux portes, l'une pour le chargement, et l'autre pour le défournement; leur capacité permet d'y carboniser au moins le double de houille que dans les fours français; leur longueur est généralement de 5 mètres, leur largeur de 2^m,80, la hauteur de la voûte de 1^m,20, et le diamètre de la cheminée de 44 à 45 centimètres; une porte en fonte ou en briques, réunies dans un cadre de fer, glissant dans un cadre, ferme chaque ouverture; des trous, que l'on peut fermer à volonté, servent à l'introduction de l'air.

Fig. 54.



Les fours français, fig. 54, 55 et 56, sont ronds, à une seule porte, le chargement s'opère souvent par la cheminée; le diamètre est de 2^m,50 environ, la hauteur de la voûte de 1 mètre, et le diamètre de la cheminée de 35 centimètres; l'ouverture est close par une porte en fonte, ou en briques renfermées dans un cadre, et le courant d'air,

roduit par deux canaux demi-circulaires *a b c d e*, débouchant à l'extrémité de la sole par l'ouverture *c*.

Le massif de ces fourneaux est en maçonnerie; la sole est formée d'une couche de briques de champ, posées à sec sur du sable ou de la cendre; la voûte doit être en briques très réfractaires, la cheminée d'une forme pyramidale, et de 0m,18 à 0m,22 de longueur; on recouvre la voûte d'une couche de moëllons; on se sert d'un ciment de bonne argile, avec trois ou quatre fois son volume de briques pilées. La voûte repose sur des pieds droits en bonnes briques.

Entre chaque four est pratiqué un canal.

Fig. 55.

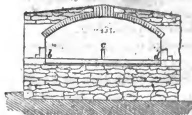
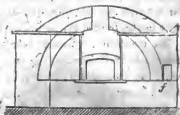


Fig. 56.



C'est un fourneau de ce genre qui a été construit pour le chauffage du Musée monétaire. (Voy. Chauffage.)

Les deux espèces de fours sont conduits de la même manière: quand il s'agit de les mettre en feu, on y allume d'abord de grosse houille, qui fournit à peine du coke; la seconde chauffe en donne d'assez mauvais; mais alors la température est assez élevée pour un bon travail, en se servant seulement de menu; aussitôt après avoir enlevé le coke d'une opération, on en introduit une nouvelle quantité, en donnant d'abord, pour commencer la distillation, une quantité d'air que l'on diminue successivement; la carbonisation est achevée quand la fumée cesse, que la flamme se raccourcit, devient claire et légèrement bleuâtre; on peut, en fermant toutes les ouvertures du fourneau, laisser le coke refroidir pendant dix à douze heures; on le retire immédiatement en l'arrosant d'eau; dans ce dernier cas, on ne peut toujours charger immédiatement le four, parce que la houille subirait trop brusquement une élévation de température; on laisse alors le four ouvert pendant

quelque temps, et on laisse pénétrer l'air par des conduits *f g*, fig. 56, destinés à refroidir la masse du fourneau; quelquefois, au contraire, il faut réchauffer la sole avec du bois ou de grosse houille.

On enfourne la houille au moyen de pelles et de râbles, et on retire le coke avec des crochets; mais, pour les fours anglais, on peut se servir, pour le défournement, d'un moyen qui accélère beaucoup le travail, et ne laisse pas au four le temps de se refroidir; les portes ont la largeur du four; par l'une d'elles on introduit une plaque en fer, à laquelle on fixe trois barres de fer, que l'on fait pénétrer par le côté opposé au-dessus de la couche de coke; on y fixe des chaînes ou une corde attachée à un manége que fait mouvoir un cheval; pour rendre le travail plus facile, la sole est inclinée d'arrière en avant.

On pourrait appliquer avec avantage ce mode de défournement à la carbonisation sur une aire rectangulaire entourée de murs de trois côtés, et sur le dernier desquels on en monte un en brique à chaque opération.

La conduite d'une carbonisation à l'air libre est beaucoup plus difficile que celle d'un four; le coke obtenu par le premier procédé est moins également cuit et brûle moins facilement que celui du deuxième, et il paraît bien prouvé que le coke n'est pas mieux désulfuré par le premier procédé que par la carbonisation au four.

Dans quelques circonstances, on a recueilli, comme produits de la carbonisation de la houille, du goudron et du noir de fumée; nous nous occuperons des détails de cette opération à l'article Noir de fumée.

DES CAUSES DE L'ACTION DÉFAVORABLE DE CERTAINES HOUILLES DANS LE TRAVAIL DU HAUT-FOURNEAU.

L'opinion admise en Angleterre, et assez généralement répandue, que le soufre est la cause des mauvais résultats que fournit la houille dans le traitement du fer, a dû nécessairement conduire à préférer, pour la fabrication du coke, le procédé que l'on regardait comme opérant mieux la désulfuration de ce produit; nous venons de voir que l'expérience a conduit à adopter la carbonisation en fours, qui donne plus de coke et d'une

qualité plus semblable; mais il n'en est pas moins prouvé que diverses variétés de houilles sont impropres au travail du haut-fourneau. J'ai cherché, en 1822 et 1823, dans les usines de la Compagnie des fonderies et forges de la Loire et de l'Isère, à reconnaître à quelle cause était dû cet effet, et je suis arrivé aux conséquences suivantes par l'analyse, nombre de fois répétée, de beaucoup de variétés de houilles employées au haut-fourneau de Vienne.

Les quantités de soufre que contiennent les houilles et les cokes n'ont aucun rapport avec leur manière d'agir dans le haut-fourneau; plusieurs de celles qui fournissent de très bonne fonte renferment beaucoup plus de soufre que des variétés qui, mélangées, même en faible proportion, avec d'autres, ne donnant que des fontes blanches et des laitiers pâteux et d'une couleur noire.

Les quantités relatives de coke et de produits volatils, et le plus ou moins de boursouflement de la houille, ne semblent exercer aucune influence.

La proportion de cendres, variable dans des limites fort étendues, de 2 p. 0/0, comme pour certaines houilles anglaises d'excellentes qualités, telles que celles de Dudley, par exemple, jusqu'à 15 p. 0/0, et même plus, pour quelques variétés de Saint-Étienne, ne paraît exercer d'influence que relativement à leur masse, qui rend la fusion un peu plus difficile.

La proportion de magnésie dans les cendres n'a pas semblé offrir d'autre genre d'action.

Après avoir inutilement cherché à découvrir la cause des mauvaises qualités de divers cokes, j'ai tenté d'enlever le plus complétement possible le soufre que renfermait ce corps, ou d'en détruire l'effet; pour cela, j'ai fabriqué du coke avec des houilles imprégnées de lait de chaux, ou j'ai pénétré du coke lui-même avec ce liquide; la manière d'agir du combustible a été la même qu'avec le coke obtenu par les procédés ordinaires.

Du coke a été fabriqué sous l'influence d'un courant de vapeur; il s'est dégagé, pendant sa préparation, une quantité considérable d'acide hydrosulfurique; le coke n'a pas été meilleur quoiqu'il eût perdu une grande proportion de soufre.

Peut-être des quantités très faibles d'arsenic se rencontrent-elles dans les pyrites de fer, dont la plupart des houilles contiennent des proportions plus ou moins considérables; je n'ai pu m'assurer directement de son existence, mais l'odeur d'arsenic que m'ont présentée quelques cokes, et l'observation de la même odeur alliacée que l'on observe quelquefois en éteignant ce combustible avec l'eau, au sortir des tas de carbonisation, pourraient faire croire que la fonte doit à ce métal les mauvaises qualités qu'elle offre dans quelques cas.

Ayant remarqué que les cokes qui fournissaient les plus fâcheux résultats au haut-fourneau provenaient de houilles du bassin de Saint-Etienne, qui donnent quelquefois une grande quantité de sel ammoniac, quand un incendie se développe dans quelques couches, j'ai pensé que la mauvaise nature de la fonte pouvait provenir de la formation d'une azoture; ce qui semblerait appuyer cette idée, c'est que la fonte des cornues qui servent à calciner des matières animales pour la préparation du sel ammoniac, et de celles des usines d'éclairage, devient après quelque temps extrêmement cassante, et même presque impropre à tout usage; on ne peut la faire servir, dans beaucoup de cas, qu'en la fondant avec une grande proportion d'autres fontes de bonne qualité. Ces fontes altérées renferment en combinaison une grande quantité d'azote, qui explique bien les propriétés qu'elles offrent, et qui sont analogues à celles que présente le fer soumis à l'action du gaz ammoniac à une température élevée.

A la vérité, le coke renferme peu d'azote, ce corps ayant formé, dans la distillation de la houille, des produits ammoniacaux; cependant il en reste assez pour donner naissance au produit dont nous parlons.

Les circonstances ne m'ont plus permis de faire des essais en grand pour vérifier ou infirmer cette opinion; j'ai cru cependant devoir l'émettre, elle pourra peut-être conduire à quelques résultats utiles, même par ce qu'elle peut avoir de singulier.

Emploi des poussiers de houille. On a pu obtenir avec ces résidus des briquettes ou des bûches qui sont avantageusement employées comme combustible; on délaie une petite quantité

d'argile à potier dans de l'eau, au moyen de laquelle on humecte du poussier de houille, on comprime fortement la pâte dans des moules, et on abandonne à la dessiccation spontanée; on donne aux briquettes la forme de disques, de parallélipipèdes ou de buches, suivant l'usage auquel on les destine: si on veut obtenir des briquettes qui se consomment sans flamme, on se sert d'un mélange de 1 partie de houille grasse et 2 de houille maigre; en proportion inverse, le mélange brûlerait avec flamme.

On peut également utiliser de cette manière les *escarbilles* provenant des grilles sur lesquelles on brûle la houille et le poussièr de coke, en les mêlant avec du poussier de houille et la quantité d'eau argileuse nécessaire pour les empâter; ces briquettes, mêlées en proportion convenable avec de la houille, sur une grille, économisent une partie de ce combustible.

Il faut avoir soin de n'employer que la quantité d'argile dont la masse a besoin pour former une pâte pouvant se mouler: un excès la rendrait dure, et diminuerait beaucoup sa combustibilité.

ESSAI DU POUVOIR CALORIFIQUE D'UN COMBUSTIBLE.

On commence par distiller dans une cornue une quantité pesée du combustible, et on pèse le résidu solide; on incinère un poids déterminé de charbon obtenu, et on procède ensuite à la détermination du pouvoir calorifique.

Cet essai est fondé sur la réduction de la litharge; on met le combustible en poudre aussi fine que possible par le moyen du pilon ou de la râpe; on en pèse 1 gramme, que l'on mêle avec 20 grammes au moins, et 40 grammes au plus, de litharge; on place le mélange au fond d'un creuset de terre, et on verse par-dessus 20 à 30 grammes de litharge, de manière à remplir le creuset à moitié au plus; on chauffe peu à peu, en plaçant le creuset sur un fromage; la matière boursoufle plus ou moins, et quand elle est fondue on couvre et on donne un bon coup de feu pendant dix minutes. Le creuset refroidi, on le casse; si l'opération a été bien faite, le culot de plomb se sépare bien; si elle a été conduite trop rapidement, le culot est terne, feuilleté et peu ductile, il renferme un peu de litharge.

Si l'on a plusieurs opérations à faire de suite, on peut couler le plomb dans une lingotière, et introduire immédiatement un autre mélange dans le creuset.

Le charbon pur donnerait avec de la litharge ne contenant pas de minium trente-quatre fois son poids de plomb, et l'hydrogène cent trois.

Pour connaître le rapport de l'hydrogène au carbone, si une houille contient C de carbone et V de produits volatils, et qu'elle fournisse P de plomb : C de carbone donnant $34 \times C$ de plomb, V de matières volatiles ne fournirait que $P - 34 \times C$, on aurait $\frac{P - 34 \times C}{34}$ de carbone ; les quantités de calorique développées par le charbon, les matières volatiles et le combustible non altéré, seraient comme $34 \times C$, $P - 34 \times C$ et P représentant les quantités de plomb, ou comme C $\frac{P - 34 \times C}{34}$ et $\frac{P}{34}$ représentant les quantités de carbone.

La litharge du commerce est toujours un peu rouge, à cause d'une faible quantité de minium qu'elle renferme ; il faut la choisir de la teinte la moins rougeâtre possible, et n'en employer que le moins possible en excès. Si l'apparence de la houille n'avait pas suffisamment indiqué sa nature d'une manière approximative, un essai préliminaire suffirait pour faire connaître la proportion de litharge à employer.

Il faut toujours faire deux essais au moins, et que leur résultat diffère seulement de 1 à 2 centièmes.

H. Gaultier de Claubry.

HOURDAGE. Voy. Mur.

HUILES. (*Technologie.*) On distingue les huiles en deux classes sous les noms d'*huiles fixes* et *volatiles ;* les premières, soumises à l'action de la chaleur, fournissent des produits volatils, mais par suite d'une altération dans leur constitution ; les autres se volatilisent en entier sans altération.

HUILES FIXES.

Les huiles fixes ont une saveur douce, sont insolubles dans l'eau ; l'alcool ne les dissout qu'en proportion extrêmement fai-

ble, excepté celle de ricin ; exposées à l'action de l'air, elles absorbent l'oxigène et s'épaississent : les unes restent toujours grasses ; les autres se dessèchent, au contraire, en un vernis transparent ; en raison de cette propriété, ces dernières sont employées pour la peinture ; bouillies avec de la litharge, celles-ci deviennent beaucoup plus siccatives.

Les huiles fixes sont combustibles, mais ne peuvent brûler par l'approche d'un corps en combustion ; elles doivent pour cela être imbibées dans une mèche.

Traitées par les alcalis et l'eau, elles se transforment en acides gras, qui, s'unissant aux oxides, produisent des SAVONS très différents sous le rapport de la solidité, suivant les espèces d'huiles employées. (Voy. SAVONS.)

Soumises à l'action du froid, elles s'épaississent plus ou moins et finissent par se prendre en masse ; si on les comprime alors dans du papier buvard, celui-ci s'imprègne d'une matière huileuse, et il reste une substance solide plus ou moins analogue au suif.

Mêlées avec de l'acide hyponitrique, les huiles non siccatives se solidifient dans des temps fort inégaux, et sur cette propriété est fondé un procédé pour reconnaître les mélanges d'huiles de graines avec celles d'olives ; les huiles siccatives restent liquides.

Quand on mêle 1 partie d'huile avec 3/4 de son volume d'acide hyponitrique on obtient :

	Couleur.	Temps de la solidification.
Huile d'olive,	vert bleuâtre,	73 minutes.
— d'amandes douces.	blanc sale,	160
— d'amandes amères,	vert foncé,	160
— de noisettes,	vert bleuâtre,	103
— de noix d'acajou,	jaune sale,	43
— de ricin,	jaune doré,	603
— de colza,	jaune brun,	2,400

M. Rousseau a proposé, pour faire reconnaître ce mélange, un instrument appelé DIAGOMÈTRE. (Voy. ce mot.)

FABRICATION DES HUILES FIXES.

Les usages principaux des huiles fixes sont l'éclairage, la fabrication du savon, la nourriture, le travail des laines, la peinture. Les graines oléagineuses sont d'une qualité supérieure dans les années chaudes, sans être trop sèches. Les graines sont trop petites dans les années qui manquent d'eau, et elles ne mûrissent pas complétement et rendent moins d'huile quand les pluies sont trop abondantes. Le colza, dont la culture est la plus importante, doit avoir le grain plein, noir, lisse, et coulant dans la main, et, écrasé sous l'ongle, l'huile doit en sortir abondamment. On conserve long-temps ces graines, sans qu'elles s'altèrent, dans des greniers bien aérés. L'enveloppe de la graine se ride légèrement par une faible dessiccation; mais la quantité et la qualité de l'huile n'en sont pas sensiblement changées.

On doit avoir soin de les remuer de temps en temps à la pelle pour les aérer, et aussi pour empêcher l'attaque de *très petits insectes* qui se mettent souvent dans le colza en particulier, percent son enveloppe et en détruisent le cœur.

Lorsqu'un amas de colza ou de navette est ainsi attaqué, le seul moyen à employer est de le passer de suite au moulin pour le travailler, et éviter que le reste du grenier n'en soit infecté.

La fabrication de toutes les huiles de graine repose sur le même procédé : écraser la graine, la presser une première fois afin d'en retirer l'huile la plus pure, dite *huile vierge*, *huile de froissage* ou *huile de fleur*, l'écraser de nouveau, la chauffer, la presser une seconde fois pour en extraire complétement l'huile. Cette dernière, moins pure, porte le nom d'huile de *rebat* ou *de refait*.

Tous les procédés employés arrivent à ce résultat, et, chose remarquable, quelque grossiers qu'ils soient, ils donnent tous à peu près les mêmes quantités de produits. C'est que, si puissant que puisse être le moyen de pression employé, il est impossible de séparer instantanément toute l'huile de ses enveloppes solides. Il faut, pour qu'elle coule, un temps assez long. A défaut de ce temps, les plus fortes presses laissent une quantité notable d'huile dans les tourteaux; en même temps que les

plus faibles et les plus grossières, avec un temps suffisant, épuisent les tourteaux autant que le permet l'intérêt économique de la fabrication.

C'est un fait bien constaté par la comparaison des produits sous les presses hydrauliques de 250,000 kil. de pression, dans les tordoirs à vent et les presses à coin de Lille, et sous la vieille et sauvage presse à levier du fabricant lorrain.

Il en est au reste de même pour l'eau, lorsqu'il s'agit de la séparer par pression des matières solides qui la retiennent, mais à un degré moindre à cause de sa moindre adhérence moléculaire.

Il arrive même, dans la pression des pâtes à porcelaine et à faïence, par exemple, que si l'on veut précipiter le travail, l'eau n'ayant plus le temps de se séparer des parties solides, c'est la pâte qui passe à travers le tissu enveloppant.

La filtration des eaux comme des huiles présente le même phénomène : quand on la précipite, la séparation ne peut plus avoir lieu, les matières solides sont entraînées avec le liquide.

J'insiste sur ce point, parce que c'est là la pensée qui doit dominer et diriger toute cette fabrication, et que, faute de s'en pénétrer suffisamment, bien des manufacturiers sont tombés dans de graves erreurs, et ont payé chèrement leur expérience.

Nous y reviendrons en parlant des diverses espèces de presses.

Huile d'olives (Olea Europea). Une mesure d'olives pèse 75 liv. poids de Marseille (30 kil. 260); elle coûte ordinaire 11 fr. et rend 13 1/2 liv. d'huile (6 kil. 50). Les résidus du poids de 23 kil. 75 paient à peu près les frais de fabrication, ils sont employés *à faire des mottes à brûler*, (on les appelle *grignons*).

On broie les olives; la première pressée se fait à froid; et les huiles produites, dites huiles vierges, servent à la table; la seconde pressée se fait à chaud, les huiles qui en résultent sont employées à la fabrication du savon, au travail des laines, etc.

Huile de noix (Juglans regia). Les noix sont écrasées sous une meule roulante mise en mouvement par un cheval. On les presse sous des pressoirs à vis, et enveloppées dans des tissus de laine ou de crin. La première pressée se fait à froid, comme pour l'olive; on ne travaille ainsi que les noix blanches et bien

choisies; les produits frais et bien reposés sont agréables au goût, et se servent alors sur la table; mais cette pureté de goût disparaît très rapidement, et les huiles de noix deviennent rances et amères.

100 kil. de belles noix mondées, valant à peu près, dans le midi de la France, 80 fr., donnent 60 kil. d'huile vierge, du prix de 180 fr. les 100 kil.

La seconde qualité d'huile s'obtient en chauffant les résidus de l'huile vierge que l'on a de nouveau broyés, et en la soumettant à une nouvelle pression, ou bien en broyant et pressant des noix de seconde qualité. Les 100 kil. de noix de cette espèce valant à peu près 68 fr., donnent 55 kil. d'huile de 140 à 150 les 100 kil. On fabrique enfin avec les noix noires et tarées une troisième qualité employée pour les lampes ou la peinture, et qui se vend 110 fr. les 100 kil.; ces noix sont achetées au prix de 28 à 30 fr. les 100 kil., et rendent 40 kil. d'huile.

Les résidus des pains de noix se vendent de 12 à 16 fr. les 100 kil., et servent à nourrir les poules, etc. Rien ne se peut comparer à la grossièreté des pressoirs employés dans les parties de la France où l'on fabrique de grandes quantités d'huile de noix.

Huile de colza (Brassica campestris). Le travail des huiles de graines, comme nous l'avons dit plus haut, repose sur un seul et même procédé à quelque légère modification près. Les huiles de lin, œillette, faine, cameline, etc., sont travaillées dans les mêmes appareils et ateliers que les huiles de colza et de navette. Je vais donc entrer dans des détails précis et étendus sur la fabrication de ces dernières, dont la consommation est très considérable, et quant aux autres graines oléagineuses, je me contenterai d'en donner les produits dans un tableau qui suivra cet article.

Nettoyage au tarare. Avant de broyer les graines, il est nécessaire de leur faire subir un nettoyage complet, en les passant dans un tarare, autant pour en séparer les petits cailloux qui pourraient piquer les cylindres, ou plus tard casser les dents des bestiaux, que pour en chasser la terre et la poussière qui boivent une importante quantité d'huile.

Écrasage aux cylindres. Dans plusieurs provinces, en Lorraine par exemple, dans la plupart des tordoirs à vent, partout,

même il y a peu d'années, la graine ne passait pas au tarare et était jetée immédiatement sous les pilons ou la meule roulante; mais alors cette graine lisse et ronde roule sous la pression et s'y dérobe, ce qui rend le broyage long et incomplet; il reste toujours alors dans les tourteaux un grand nombre de graines inattaquées.

Pour éviter ces inconvénients et les pertes qui en résultent, on fait aujourd'hui, au sortir du tarare, passer la graine entre deux cylindres de fonte tournés, et auxquels, au moyen de vis de pression, on donne un serrage relatif à l'espèce et à la grosseur de la graine. Cette graine est ainsi, non pas déchirée, mais laminée, écrasée, aplatie. Aucun grain n'y peut échapper, ni rouler sous la meule, et le broyage en est plus rapide et plus sûr. Les moulins à vent eux-mêmes ont adopté ces cylindres sur une échelle proportionnée au travail qu'ils font. La vitesse de ces cylindres est d'environ 45 à 50 tours à la minute.

Broyage au pilon ou à la meule roulante. La graine cylindrée est jetée, soit sous des pilons en bois garnis de fer et travaillant dans des mortiers en fonte ou en bois, soit sous des meules verticales roulantes. Tous les ateliers bien organisés emploient aujourd'hui ces meules, dont le travail est plus prompt et plus parfait que celui des pilons. Il faut rendre à la fabrication lorraine, si arriérée sous bien des rapports, cette justice qu'elle a toujours employé la meule roulante conduite par un cheval. Dans les grands ateliers, ces meules ont 2 m. à 2 m. 20 cent. de diamètre et 35 à 40 cent. d'épaisseur.

On remarquera que ces meules doivent être parfaitement cylindriques, car si on leur donnait une forme conique, elles rouleraient alors sur la pierre horizontale qui leur sert de plateau en développant librement leur circonférence sans éprouver de glissement, tandis qu'étant cylindriques, larges et aussi montées très près de l'axe vertical autour duquel elles roulent, elles éprouvent nécessairement dans cette révolution un mouvement de glissement qui déchire la graine, et est une des conditions nécessaires de bonne fabrication.

Quand le service est fait par un seul cheval, on n'emploie qu'une seule meule roulante montée sur le bras même du manége.

Lorsque l'atelier est conduit par une roue à eau ou une machine à vapeur, on monte ces meules deux à deux sur un essieu en fer forgé conduit par un arbre vertical auquel deux roues d'angles communiquent le mouvement. Les meules doivent ainsi faire 12 à 13 révolutions par minute. La pierre horizontale est entourée d'un rebord en bois ou en tôle de 13 cent. de hauteur qui retient la graine pendant le broyage. Une lame de fer nommée *ramasseur* et courbée vers le centre de rotation, ramène constamment la graine de la circonférence sous les meules; cette graine s'échauffe ainsi légèrement pendant le broyage; pour juger s'il est complet, on en prend à la main une certaine quantité, et on s'assure qu'il n'y reste plus de graine non broyée ou à demi broyée, et que la masse est parfaitement homogène.

Alors on laisse tomber sur la pierre horizontale une autre lame de fer nommée *chasseur*, courbée en sens contraire de la première, et qui renvoie la graine broyée du centre à la circonférence; on ouvre en même temps une trappe à coulisse ajustée dans cette pierre, et la graine tombe sur le sol ou dans des paniers par une entaille et un plan incliné. En deux ou trois tours de meules, le *chasseur* a déblayé toute la graine broyée. On le remonte ensuite, ce qui se fait aisément, attendu qu'il est boulonné sur une pièce de bois maintenue seulement, haut et bas; par des guides fixées à l'axe vertical des meules et tournant avec lui. Un levier suffit pour remonter et descendre le chasseur. On ferme alors la trappe, et on jette sous les meules une nouvelle quantité de graine.

Quand les graines sont broyées et pressées une première fois on les broie de nouveau; pour cela, on brise à la main ou à la pelle les *tourteaux de froissage*, et on les passe sous les meules; mais on a soin de les arroser légèrement d'eau pour remplacer celle que le chauffage a enlevée, faciliter l'écoulement de l'huile et empêcher la graine de brûler aux mouvets.

Le second broyage doit, comme on le comprend, être beaucoup plus complet que le premier.

On a employé, à Sarrebruck, à Luxembourg et à Metz, pour broyer les graines oléagineuses, des moulins à café en fonte, comme on avait essayé sans succès de les appliquer à la mouture

du blé. Mais la force employée est très grande par rapport à la quantité de travail fait, et le broyage n'en paraît pas supérieur. On s'est de toutes manières trompé en espérant arriver ainsi à supprimer les deux broyages et les deux pressions nécessaires.

Mouvets. Il y a deux espèces de mouvets; ceux à feu nu consistent en une plaque de fonte placée sur un petit foyer et sur laquelle repose un cercle de tôle de 13 c. de hauteur et d'environ 60 cent. de diamètre, armé d'une poignée; on y jette la graine broyée, et on y descend un agitateur en fer, recourbé en S. Au moyen d'une douille tenant à un arbre vertical, commandé par deux roues d'angles et une courroie, cet agitateur remue constamment la graine sur le mouvet et l'empêche de brûler. Quand elle est chaude on remonte l'S, et l'ouvrier, prenant avec la main droite la poignée, tire à lui le cercle qui entraîne la graine; celle-ci tombe par deux ouvertures réservées dans la partie antérieure de la plaque de fonte et deux entonnoirs dans deux sacs de laine accrochés à leurs extrémités. On détache les sacs et on les porte à la presse.

La seconde espèce de mouvets est un vase en fonte de 50 cent. de diamètre environ et de 35 de hauteur, avec une double enveloppe, chauffée à la vapeur, et ayant également un agitateur en S, avec des robinets pour l'introduction de la vapeur et la sortie de l'eau condensée. Quand la graine y est chauffée suffisamment, on ouvre une porte, et elle tombe dans les sacs.

La température à laquelle il faut élever la graine broyée pour qu'elle se travaille bien, et que cependant l'huile ne soit pas colorée, est de 50 à 55° centig., et cette opération doit s'exécuter dans un espace de 5 minutes environ. Il faut même avoir soin, à la première pressée des graines pour fabriquer des huiles de fleur, suivant l'expression lorraine, ou de froissage, comme on dit dans les départements du Nord, de modérer encore plus la température pour obtenir des huiles plus incolores, et qui à l'épuration donnent des produits beaucoup plus beaux et supérieurs en qualité. Car on ne peut pas employer pour l'épuration des huiles de rebat; elles fument à la lampe, se charbonnent et se consument rapidement.

Les graines d'œillette ne doivent même être chauffées qu'à 35 ou 40° centig. en froissage; avec un mouvet à vapeur on les

obtient, sans les altérer, avec toute la fraîcheur de leur goût. Un peu plus de chaleur leur laisse un arrière-goût d'amertume qui leur enlève beaucoup de leur valeur.

Pour compléter de suite ce qui concerne les mouvets, je dirai que lorsque l'on a froissé la graine et qu'on l'a broyée une seconde fois, on la chauffe une seconde fois aussi aux mouvets, mais à une température un peu plus élevée. On remarquera que le chauffage à vapeur étant plus lent, exige plus de surface de chauffe; que, comme plus doux, plus égal, il donne des huiles de froissage plus belles, et que par conséquent il convient parfaitement aux huiles d'épuration, à celles de table, et d'œillettes en particulier, et serait très avantageux dans la fabrication des huiles d'olives, en ce qu'à la deuxième pressée il donnerait, sans plus de frais, des produits supérieurs à ceux que l'on obtient aujourd'hui.

Travail à la presse. Au sortir des mouvets, la graine broyée et chauffée est passée à la presse. Ici je dois rappeler les deux principes posés plus haut, et sans lesquels on ne peut bien comprendre cette fabrication.

1° La plus puissante pression ne peut séparer instantanément, ni en une seule pressée, toute l'huile à obtenir. Je dis à obtenir, car il en reste toujours dans les tourteaux une certaine quantité que l'on pourrait extraire par fractions avec des broyages et des pressions successifs, mais qui entraînerait beaucoup plus de frais qu'elle ne vaut. Il faut, pour un bon travail, laisser les tourteaux sous la pression un temps assez long. 2° Un temps plus long et une pression moindre donnent exactement le même résultat.

Ainsi avec des presses hydrauliques on obtient seulement de l'accélération dans le travail, les tourteaux ne pouvant rester sous la pression que 5 ou 6 minutes; et cette accélération est fort importante dans un atelier où de grands capitaux se trouvent engagés, beaucoup d'ouvriers employés, et où la fabrication des produits a besoin d'être faite dans le temps le plus court, parce que les grandes ventes n'ont que l'hiver pour durée.

Dans les petites huileries au contraire, où tout se fait par un ouvrier, son fils ou sa femme, et un cheval souvent employé à d'autres travaux, on laisse sans inconvénient les pains de

graine sous la presse pendant une heure et plus. Ainsi le choix des presses à employer dépend de la position et de l'étendue de l'établissement que l'on veut former.

Les presses hydrauliques donnent des efforts plus puissants, un travail plus rapide et n'occasionnent aucun bruit; mais ce sont des outils d'un haut prix, délicats et exposés à des réparations plus fréquentes et plus difficiles.

Les presses à coin, simples et économiques à établir, comme à entretenir et à réparer, fonctionnent avec la plus grande régularité et donnent de bons résultats. La quantité de travail qu'elles font est inférieure à celui des presses hydrauliques, parce qu'on y charge une moindre quantité de pains, et que les frottements y occasionnent de grandes pertes de forces; mais le bruit qu'elles produisent est surtout un défaut très grave et s'oppose à leur établissement dans l'intérieur ou à petite distance de toute ville.

Les presses à vis sont les plus faibles et les plus lentes au travail; cependant en les multipliant et les appliquant à une roue à eau on en tire encore un assez bon parti.

Dans plusieurs ateliers même, on a employé avec beaucoup de succès les presses hydrauliques pour froisser la graine, parce qu'elles travaillent beaucoup plus vite et que, n'étant pas alors poussées à toute leur pression, elles n'éprouvent pas d'accidents; tandis que l'on a adopté la presse à coin pour rebattre.

Cependant je crois que dans un établissement bien monté et à portée de mécaniciens, on emploie avec avantage la presse hydraulique pour tout le travail; il faut alors la construire de manière à recevoir à la fois un assez grand nombre de tourteaux, et à les laisser ainsi long-temps sous la pression, ce qui est facile au moyen de deux ou trois presses que l'on charge et décharge alternativement. A la première pressée, l'huile coule facilement, et on peut conduire ainsi la presse avec activité pour éviter toute perte de temps.

La graine broyée et chauffée tombe, comme je l'ai dit, des mouvets dans deux sacs en laine croisée. Le tordeur prend la tête du sac de la main droite, le porte, soit sur une table, soit sur une planchette placée sur le devant de la presse; alors il développe une *étreindelle*; c'est une espèce de gaîne en crin et

en cuir, ouverte et se repliant trois fois sur elle-même, et qui sert à défendre les sacs contre les frottements et la pression tout en permettant à l'huile de s'écouler. Il pose son sac sur l'étreindelle ouverte ; puis, tenant de la main gauche le bas du sac où la graine s'est amassée, avec la main droite employée comme couteau et en sciant ainsi le sac suivant toute sa longueur, il y répartit la graine et lui donne une épaisseur parfaitement égale d'un bout à l'autre. C'est là le talent du tordeur; si en effet la graine est plus épaisse dans un endroit que dans l'autre, la pression portera inégalement, l'huile restera dans les parties les plus faibles, et dans les parties les plus épaisses le sac sera inévitablement coupé. Quand l'ouvrier a ainsi rempli son sac, il replie dessus un des côtés de l'étreindelle, de manière que le haut du sac soit replié exactement au point où la graine cesse d'être répartie; il ferme le second côté de l'étreindelle, la saisit par ses deux poignées et la pose dans le bas de la presse, si c'est une presse horizontale, ou sur son plateau si elle est verticale. Dans les presses à coin on presse deux tourteaux à la fois. Dans les presses hydrauliques doubles de MM. Casalis et Cordier, de Saint-Quentin, on en presse quatre de chaque côté. Chacune des étreindelles est séparée de l'autre par une platine en tôle. Les étreindelles employées pour le froissage sont entièrement faites en crin; celles employées au rebat sont en crin, recouvertes en cuir, qui résiste mieux à la pression et donne au tourteau une forme plus régulière. Quand la pressée est terminée et la presse desserrée, on arrache les étreindelles par leurs poignées.

Les pains provenant du froissage sont brisés et rejetés sous les meules. Ceux du rebat demandent plus de soin pour être sortis du sac.

Le tordeur, après avoir arraché l'étreindelle du bac, l'étend et l'ouvre sur une table placée à côté des mouvets. Il met debout le sac, qui doit être aussi dur qu'une planche de sapin; il retourne le haut du sac de manière à laisser sortir la partie supérieure du tourteau; puis, prenant de la main gauche le sac et le bas du pain encore engagé, il achève, avec la main droite, de retourner le sac en le tirant à lui, comme on retourne un bas, et il laisse ainsi le tourteau entièrement libre; en

même temps il secoue le sac, le nettoie et le remet à l'endroit pour recevoir de nouveau de la graine chauffée. Il réunit ensemble deux tourteaux et en rogne les bouts en les passant sur une large lame de couteau plantée debout sur sa table; il faut quelque soin pour les couper aussi tous de la même longueur et régulièrement suivant un arc de cercle. Les rognures, qui ont été moins bien pressées, sont jetées de nouveau sous la meule. Les sacs ont besoin de subir, au bout de quatre ou cinq heures, un lavage complet, parce qu'ils se pénètrent d'un mucilage qui en bouche les pores, arrête le travail, et en s'opposant au passage de l'huile occasionne inévitablement des déchirures. Les tourteaux, du poids de 1 kilog. chacun, sont emmagasinés pour servir à la nourriture des bestiaux et à l'engrais des terres; ceux de chènevis servent à la pêche pour amorcer le poisson, et aussi en les broyant à sec on en falsifie le poivre, etc.

En Lorraine, les *pains* de colza, navette, lin ou chènevis, pèsent jusqu'à 10 kilog.; cet usage est motivé par l'emploi de presses à levier ou à vis, mal construites, très faibles, et qui exigent une heure de séjour de la graine sous la charge, et par conséquent le travail d'une grande quantité de graines à la fois.

On n'y emploie pas non plus les étreindelles flamandes; on se sert d'un morceau carré de tissu de crin de 75 cent. de côté environ; on le déploie sur un trou carré, plus large à l'entrée qu'au fond, et creusé dans un bloc de bois qui sert de semelle à la presse. On y jette alors la graine chauffée, on replie par-dessus les quatre coins du tissu, on le charge d'un bloc de bois destiné à entrer dans le trou carré à mesure que la pression réduira la graine; enfin on achève de remplir le haut de la presse jusqu'à son sommier avec des blocs. On serre alors par degrés et à plusieurs reprises. Il faut dire ici que les pains sont au moins aussi secs que les tourteaux sortis des presses hydrauliques. On retire même dans les villages un peu plus d'huile, par chaque hectolitre de graine, que dans les grands établissements, au moyen des soins minutieux avec lesquels on prépare cette graine.

Ce n'est pas à dire toutefois qu'en broyant, chauffant et pressant de nouveau les tourteaux de rebat de Lille, on les

pains de refait de Lorraine, on n'en extrairait pas encore de l'huile. On en retire, en effet, aussi bien avec les mauvaises presses à vis, des tourteaux fabriqués à la presse hydraulique, qu'avec cette dernière on en obtient des pains sortis de la presse à vis. Mais les produits ne valent pas les frais qu'exigerait ce remaniement.

Les outils usités en Lorraine et les emplois locaux des huiles de colza ont aussi modifié fortement le mode de fabrication. Là, en effet, les huiles de colza sont autant destinées au service de la table qu'à l'éclairage, et jusque dans les villes on les y emploie; et il faut dire que, tout amères qu'elles soient, leur saveur et leur odeur peuvent se supporter, et que, dans les villages, nous en avons très souvent mangé en salade avec le mode de préparation adopté. Pour cela on a soin de griller fortement la graine avant de la broyer; l'huile perd de sa blancheur, mais en même temps elle perd une grande partie de son amertume et de son odeur désagréable; ensuite on broie la graine, et comme la plupart des huileries n'ont pas de cylindres, on tamise avec soin la graine broyée, afin d'être assuré qu'aucune graine n'a échappé à un broyage complet. On la chauffe ensuite fortement dans une marmite de fonte avec un agitateur, et on presse comme nous l'avons dit plus haut.

Aussi ce travail, tout arriéré qu'il est, donne-t-il des résultats lents mais bons. Une huilerie, montée avec une meule roulante, une presse à vis et un cheval, peut fabriquer, avec un ouvrier et un enfant, quatre à cinq hectolitres d'huile par semaine, en y comprenant le rebat.

Dans la fabrication des huiles, la perte est presque nulle; si les ateliers sont bien tenus, elle ne s'élève pas au-delà de 4 ou 5 pour mille.

En résumé, la fabrication de l'huile de colza en Flandre, en Normandie, à Paris et dans les grands ateliers, en un mot, montés sur les meilleurs procédés, suit l'ordre que voici :

Nettoyage au tarare; écrasement aux cylindres; broyage aux meules roulantes ou au pilon; chauffage au mouvet à vapeur; première pression ou *froissage ;* broyage aux meules ou au

pilon; chauffage au mouvet à feu nu ou à vapeur; deuxième pression ou *rebat*.

En Lorraine, dans les petits ateliers et dans plusieurs autres provinces de France, ce travail suit l'ordre suivant :

Grillage de la graine; broyage à la meule roulante; tamisage; chauffage; première pression, *huiles de fleur*; broyage; chauffage; deuxième pression, *huiles de rèfait*.

Après la fabrication, les huiles séjournent dans des citernes ou des fûts encavés. On les soutire peu de jours après, et les dépôts sont rejetés sous les meules, dans les pains de froissage, en ayant soin de ne les y mêler qu'en petite quantité.

La plus grande partie de l'huile est donnée par le froissage. Voici les résultats du travail de 10 hectolitres de colza, avec les presses hydrauliques doubles de MM. Casalis et Cordier :

Produit en huile au froissage en	4 h. 1/2 de trav.	2 h. 125
Produit en huile au rebat en	4 h.	0 h. 750
Total.	8 h. 1/2.	2 h. 875

Soit en froissage 74 p. 0/0
en rebat 26 p. 0/0
ou environ 8 hectolitres par vingt-quatre heures.

Nous allons donner ici, pour compléter les développements qui précèdent, 1° un tableau contenant le poids des principales graines oléagineuses et leurs rendements en huile et tourteaux; 2° le devis détaillé d'une huilerie à vapeur capable de fabriquer de 16 à 18 hectolitres d'huile par vingt-quatre heures; 3° les comptes de fabrication pour cette huilerie; 4° le tableau de la puissance mécanique employée par chacun des outils de l'huilerie. Tous les prix ont été admis par hypothèse pour une localité spéciale; on les modifiera suivant le besoin.

Tableau du poids des graines et de leurs rendements.

	COLZA (brassica campestris).	NAVETTE D'HIVER (brassica napus).	NAVETTE D'ÉTÉ.	LIN (linum usitatissimum).	CHENEVIS (cannabis sativa).	ŒILLETTE (papaver somniferum).	FAINE (fagus sylvatica).	NOIX (juglans regia).	OLIVE (olea Europea).	CAMÉLINE.	GRAINE DE TREL.
Poids de l'hectolitr. de bonne graine.	65k	64k	52 à 56k	65 à 70k	51k à 52.5	62k	50k	»	»	65 à 68k	48k
Litres d'huile par 100 lit. de graine.	25,80	21 à 22	16 à 18	18,83	13,64 à 16	26	8	»	»	22,50	18,20
Poids des tourteaux par hectolitre de graine. . . .	37k	40 à 42k	40k envir.	48k	40k	62k	»		»	42k,60	31k,40
Poids d'huile par 100 kil. de graine.	36k,75	31k	29k	25k,30	23k.40	37k,7	14 à 15	10 à 60k (1)	18k	30k,75	34k,50
Nombre moyen d'hectolitres de graine pour 1 hectol. d'huile.	3h,50	3h,80	4h,75 à 5	4h,5 à 5,30	6h,25 à 7	3h,80	13h à 15	»	»	4h,50	5h,50

(1) Suivant la qualité des noix.

Devis d'un tordoir mis en mouvement par une machine à vapeur de 16 chevaux, et pouvant fabriquer moyennement de 16 à 20 hectolitres d'huile par 24 heures.

Une machine à vapeur de 16 chevaux, à condensation et à deux cylindres, montée,	32,000 fr.
Massifs, fourneaux, cheminées,	10,000
Une double chaudière de rechange,	5,000
Une paire de cylindres de 19 cent. de diamètre et 60 cent. de longueur,	2,000
Deux paires de meules roulantes avec arbres et engrenages,	5,000
Deux mouvets à vapeur,	4,000
Quatre mouvets à feu nu,	4,800
Un tarare et un tire-sac à courroie,	1,200
Une presse hydraulique double, pour froissage,	6,000
Deux presses hydrauliques simples, pour rebat,	7,000
Communication de mouvement, engrenages, arbres, poulies, courroies,	8,000
Étreindelles, sacs, réservoir, pelles,	5,000
Une pompe à huile,	500
Tuyaux en cuivre, manomètre, etc.,	1,000
Ustensiles divers, dépenses imprévues,	6,500
Capital d'établissement,	100,000 fr.
Fonds de roulement,	100,000 fr.
Capital total,	200,000 fr.

Compte de fabrication pour 16 hectolitres huiles de colza par 24 heures.

Dépense par année :

Houille pour la machine à 3 kil. 25 par cheval et par heure, 1250 kil. par jour; sur 250 jours, 312,500 kil., à 4 f. 50 c. le 100,	14,062 f. 50 c.
Houille pour les mouvets à 160 kil. par jour, 40,000 kil.,	1,800
A reporter.	15,862 f. 50 c.

Report.	15,862 f. 50 c.
Deux chauffeurs, dont un à l'année,	2,200
Entretien de machines, huile, étoupe, mastic,	3,000
Un tordeur à l'année,	1,200
Trois tordeurs à la journée,	2,400
Deux ouvriers aux meules, 250 jours à 2 f. 25	1,125
Un tonnelier,	1,000
Six enfants à 1 fr.	1,800
Un charretier et un cheval, à 5 f. par jour,	1,900
Entretien de sacs, étreindelles, etc.,	1,000
Impositions et assurances,	1,200
Frais de bureau, commis, etc.,	4,000
Loyer de bâtiments,	3,000
Barriques à 1 f. 50 par hect., 4,000 hect.	6,000
Colza à 3 hect. 50 de graine par 1 hect. d'huile, à 25 f. l'hect., 14,000,	350,000
Imprévus,	4,312 50
Total des dépenses,	400,000 f.

Produits :

4,000 hect. huile, à 4 fois le prix du colza, Soit 100	400,000
Tourteaux, 2080 par jour, et à 10 f. 100 kil.	52,000
Produits bruts,	452,000
Dépense,	400,000
Bénéfice brut,	52,000
A déduire, intérêts de 200,000 f. 5 p. o/o,	10,000
	42,000
1/3 pour direction,	14,000
Il reste net, à partager entre les capitaux,	28,000 f.

Soit 14 p. o/o.

Tableau de la puissance mécanique employée par chacun des ustensiles de l'huilerie à vapeur.

Une paire de cylindres à 50 tours de vitesse,	1 cheval.
Deux paires de meules de 2 m. de diamètre à 13 tours de vitesse, 4 chevaux chacune,	8
Une presse hydraulique double,	2
Deux d° simples,	2
Quatre mouvets à vapeur,	1
Total,	14 chev.

On pourrait encore ajouter 2 presses simples à cet atelier, pour porter la fabrication à 22 hect., et les deux chevaux qui restent encore à absorber y suffiraient.

ÉPURATION DES HUILES.

L'huile de colza est presque exclusivement employée à l'épuration; celle de navette d'hiver ne donne pas des produits aussi beaux; celle de navette d'été, préparée seulement dans quelques départements et remplacée presque entièrement aujourd'hui par l'huile de colza, ne fournit à l'épuration qu'une qualité bien inférieure; les autres huiles ne sont employées qu'accidentellement à cet usage; celles de chènevis ne sont mêlées à l'huile de colza pour les reverbères que parce qu'elles en empêchent la congélation dans les temps froids.

Le procédé suivi pour l'extraction des huiles exerce une grande influence sur la nature des produits de l'épuration; moins elles ont été chauffées, et moins vite elles se consomment, moins vite elles charbonnent la mèche, et plus est vive et pure la lumière qu'elles donnent.

On ne doit employer à l'épuration que les huiles de froissage; celles de rebat ont toujours une teinte rouge.

Dans quelques provinces, en Lorraine par exemple, où l'on consomme pour la table les huiles de colza et de navette, on grille la graine avant de la broyer, afin d'enlever à l'huile la saveur désagréable qu'elle présenterait; ces huiles ne peuvent être épurées; celles que l'on obtient dans des mouvets à vapeur sont les meilleures.

Dans l'épuration des huiles on a pour but de détruire une matière mucilagineuse et une substance colorante qui, formant des champignons sur la mèche, s'opposent à l'ascension de l'huile par la capillarité, et développent une fumée et une odeur désagréables. L'acide sulfurique à 66° altère ce mucilage et le précipite sous formes de flocons que l'on sépare de l'huile par le lavage et la filtration.

Pour qu'une huile épurée soit de bonne qualité, elle ne doit, en brûlant, noircir ni charbonner la mèche, ce qui indiquerait que le lavage a été mal fait et n'a pas enlevé tout l'acide; ni la couvrir de petits champignons qui prouveraient une épuration incomplète; ni être colorée ou trouble, ni avoir perdu toute sa viscosité et couler comme de l'eau, parce qu'elle se consommerait alors trop vite, ce qui serait dû à l'emploi d'un trop grand excès d'acide. Le meilleur moyen pour essayer les huiles, sous ces rapports, est de faire brûler une quantité égale de divers échantillons avec une mèche de veilleuse, la durée de chacune des huiles, la qualité de la lumière et l'éclat des mèches feront juger de leur valeur relative.

L'épuration consiste à battre fortement l'huile avec de l'acide sulfurique à 66°; à l'agiter avec de l'eau, à la laisser reposer pendant quelques jours, à décanter et à filtrer.

Pour les belles huiles on n'emploie que 1,5 0/0 d'acide, une plus grande quantité les rendrait trop fluides; on peut même les épurer parfaitement avec 0,5 0/0 d'acide en les chauffant d'avance à 60 ou 70°; plus chaudes, l'acide les rougirait. Ce procédé est très bon quand on fait circuler de la vapeur dans des tuyaux placés au fond des bacs. 2k,5 de houille suffisent pour chauffer 5 hectolitres d'huile à 66°. L'huile chauffée à ce degré se travaille parfaitement, la séparation du mucilage brûlé et de l'eau qui sert au lavage s'opèrent plus rapidement et plus complètement.

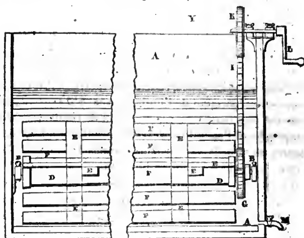
Dans la plupart des ateliers on bat 4 ou 5 hectolitres d'huile à la fois, dans des tonneaux défoncés, avec un *bouloir*, formé d'un plateau cylindrique de chêne de 15 cent. environ, fixé au bout d'un manche de 1 m. 50 cent. de longueur. A mesure qu'un ouvrier verse l'acide, un autre brasse avec le *bouloir*, en ayant soin de remuer toujours à la surface l'acide et le

dépôt qui tendent à se rassembler au fond ; ce battage dure au moins 3/4 d'heure ; il est pénible et minutieux, et exige deux ouvriers exercés qui se relaient souvent.

Dans quelques ateliers on a appliqué à cet usage un battoir mécanique composé d'un axe vertical, armé de palettes inclinées pour former des courants de bas en haut, mais l'huile prend bientôt un mouvement de circulation presque horizontal, et le battage n'est pas, à beaucoup près, si bon qu'à la main.

Nous avons, M. Jaunez et moi, construit, pour notre atelier et pour d'autres établissements, un appareil tout différent, qui nous a fourni de très bons résultats.

Fig. 57.



A, bac doublé en plomb et contenant 7 à 8 hectolitres d'huile jusqu'au 2/3 et aux 3/4 au plus de sa hauteur verticale ; B, coussinets en cuivre tenus par des vis, et soudés au plomb du bac ; D E F, agitateur horizontal formé d'un arbre O avec des tourillons et des pâtes en cuivre (le fer serait attaqué), armé de 4 palettes en bois E E, formées de planchettes espacées F F, pour briser les courants de l'huile ; la hauteur totale de l'agitateur ne doit pas excéder la moitié de celle du bac, et il doit être complétement immergé dans l'huile, parce qu'avec une vitesse de 15 à 20 tours par minute, il y produit des bouillon-

nements rapides qui remuent l'huile de bas en haut, la mêlent et l'agitent en tous sens; le mélange est si parfait qu'en vingt-cinq minutes un enfant peut l'opérer complétement.

Le mouvement est transmis par une poulie à cran G, calée sur l'arbre D, communiquant par une chaîne à la Vaucanson I à une autre poulie K, placée au haut du bac, sur l'arbre d'une petite manivelle L; ce moyen est préférable à l'emploi d'une boîte à étoupes, dont la garniture serait brûlée par l'acide. Un moteur quelconque peut être employé.

On verse lentement et par fractions l'acide dans le bac, en faisant marcher l'agitateur; on bat l'huile pendant 20 à 25 minutes, on laisse reposer un quart d'heure, et on agite encore pendant quelques minutes.

L'huile devient d'abord verte, et passe au noir à mesure que le mucilage se charbonne et se précipite; le précipité noir s'en sépare ensuite complétement, et l'huile, dans laquelle il en nage des flocons, prend une grande limpidité. On ajoute par hectolitre 25 à 50 litres d'eau à 35 ou 40°; une plus grande quantité augmente le déchet; cette température facilite beaucoup le lavage et la séparation de l'huile épurée. S'il existe dans l'établissement une machine à vapeur, l'eau de condensation peut être employée, et l'opération s'exécute beaucoup mieux en faisant passer un peu de vapeur dans l'huile : le battage ne dûre alors que sept à huit minutes; plus long, il augmente le déchet; des tuyaux en bois ou en cuivre servent alors à transvaser le mélange dans des tonneaux en bois, cerclés en fer, ou mieux dans des réservoirs en cuivre, dans lesquels on le laisse déposer trois jours, à une température de 20 à 25°, qui doit être constamment maintenue dans les ateliers, sans quoi la séparation s'opère mal, et l'épuration devient plus coûteuse.

Lorsqu'il n'existe pas de chaudière à vapeur, on établit une chaudière pouvant contenir 40 à 50 litres d'eau destinée au lavage des huiles ou des vases, sur un fourneau qui sert en même temps à établir une température constante dans l'atelier.

Le réservoir où l'on réunit les huiles après le battage doit être en plomb ou en cuivre : le ferblanc est fortement attaqué; ce réservoir doit être placé à une hauteur telle qu'on puisse placer les tonnes au-dessous du robinet pour les remplir; on

économise par là beaucoup de main-d'œuvre ; le bac se trouve lui-même disposé de manière à verser son contenu dans le réservoir.

L'huile, bien épurée de son mucilage altéré par l'acide, doit être filtrée ; on la verse pour cela dans des cuviers dont le fond est percé de trous coniques dans lesquels on place des mèches de coton ou de la mousse; ces substances sont rapidement engorgées.

Quelquefois on emploie une couche de tourteau d'œillette en poudre ou des lits alternatifs de paille et de charbon, ou de paille et de tourteaux; nous avons avec avantage fait usage d'une couche de mousse recouverte d'un lit de tourteau; mais tous ces filtres s'engorgent rapidement, et donnent trop peu de produits; nous avons cherché à y appliquer des pompes, mais elles sont difficiles à nettoyer, parce qu'il faut les démonter en entier, et leurs inconvénients surpassent leurs avantages. Tous les filtres ont, en outre, l'inconvénient de voir se troubler toute l'huile par un léger mouvement, et d'être obligé de filtrer quelquefois de nouveau une grande quantité de produit; il est donc de beaucoup préférable de se servir du procédé suivant. L'huile soutirée est versée dans un réservoir en bois ou en cuivre; l'on y jette, par hectolitre, 30 à 40 kilog. de tourteaux de colza en poudre; on bat fortement la masse pendant deux à trois minutes, et on laisse déposer le tout à une température de 25 à 30°; au bout de deux jours, l'huile est parfaitement limpide; on soutire au moyen de robinets placés à différentes hauteurs la moitié à peu près de l'huile employée, que l'on remplace par une quantité égale de nouvelle huile; on bat le tout avec le tourteau, et on laisse déposer; le tourteau sert ainsi pendant plusieurs mois. Quand il devient trop gras et trop épais, il ne se dépose plus que difficilement, on l'enlève et on le remplace par d'autre. Le tourteau qui a épuisé son action est quelquefois repassé sous les meules avec les tourteaux de froissage; on l'emploie aussi pour le graissage des roues de voiture ou comme engrais.

Le déchet des huiles varie de 1,5 à 2 p. 0/0, suivant leur qualité, le procédé de fabrication, etc.

Nous allons, pour terminer, indiquer les meilleures dispositions à suivre pour établir une épuration d'huile.

On placera au tiers à peu près de la longueur une cloison en brique ou en maçonnerie, avec une porte, afin que la première pièce serve au lavage et à l'égouttage des tonnes et à leur dépôt quand elles sont pleines, car elles couleraient dans l'atelier d'épuration; on place aussi dans cette pièce la petitite citerne où l'on réunit les huiles coulées. Cette pièce, comme l'atelier, doit être dallée à double pente vers la citerne.

Au milieu du grand atelier doit régner une rigole qui conduira dans la citerne toutes les huiles égouttées.

Au milieu, du côté du nord, on placera sur des chantiers deux bacs à battre, devant lesquels on pratiquera des creux pour retirer l'huile au moyen de brocs; le long du même mur seront placés aussi, sur des chantiers, quatre foudres en bois cerclés en fer, et quatre réservoirs en cuivre destinés à recevoir les huiles battues au tourteau; deux seront affectés au service de chaque bac, et comme l'huile reste deux jours dans le bac et trois à quatre jours sur les tourteaux, chacun des bacs desservira deux foudres; plus loin, à chacun des angles des ateliers, on placera quatre réservoirs en ferblanc de 6 hect. de capacité chacun, posés aussi sur des chantiers et peints à l'huile audehors pour les défendre de la rouille; ces réservoirs servent à conserver les huiles clarifiées, et doivent être placés assez haut pour qu'on puisse passer les tonnes au-dessous du robinet pour les remplir.

On peut avec ces dispositions conserver à la fois près de 80 tonnes d'huile épurée.

Dans un coin de l'atelier ou place un foudre cerclé en fer, dans lequel on jette tous les dépôts des bacs à battre, dont on soutire l'huile par des trous percés à diverses hauteurs.

L'huile doit être battue dans le plomb et clarifiée au tourteau, dans le bois ou dans le cuivre, car dans le plomb elle devient louche, et dans les citernes cimentées, il se forme du sulfate de chaux qui la trouble; pour la conserver après l'épuration on se sert de ferblanc qui n'est pas altéré si le lavage a été bien fait.

Les eaux d'épuration peuvent servir à la fabrication des sulfates de fer; mais on ne doit jamais les jeter sur la voie publique, car en même temps qu'elles dégagent de l'acide hydro sulfurique, en réagissant sur les matières qui se rencontrent entre les pavés, elles dessolent les pieds des chevaux.

Nous avons tenté plusieurs procédés pour enlever l'acide qui occasionne une perte de temps et d'huile, la chaux et la craie ont seuls fourni des résultats satisfaisants; une très petite quantité de chaux enlève complétement à l'huile l'acide, ce que ne fait jamais l'eau; l'huile brûle bien, mais elle blanchit un peu avec l'eau à cause d'un peu de savon de chaux qu'elle renferme : ce procédé aurait besoin d'être un peu étudié, il aurait l'avantage de permettre le travail immédiat au tourteau, ce qui produirait 30 ou 36 heures d'économie sur l'épuration.

Ph. Grouvelle.

HUILES VOLATILES.

Les huiles volatiles ou essences sont employées pour les arts et particulièrement pour la préparation d'une foule d'objets de parfumerie; elles diffèrent des *huiles grasses*, dont il a été parlé dans le précédent article, par la propriété qu'elles ont de se volatiliser en entier sans éprouver aucune altération; leur odeur est toujours forte, la plupart en ont une agréable; elles ont une saveur brûlante et souvent même caustique; elles ne peuvent se saponifier; elles sont très combustibles, et leur vapeur, répandue dans l'atmosphère, peut s'enflammer très facilement et produire même des mélanges détonants : elles absorbent beaucoup d'oxigène, et peuvent, par suite de cette propriété, rendre complétement impropre à la respiration l'atmosphère dans laquelle elles se trouvent. Pour pénétrer dans un lieu où l'atmosphère serait viciée par cette cause, l'appareil du colonel Paulin (voy. Incendie) serait indispensable. D'assez nombreuses asphyxies ont été produites par cette cause. Ces huiles se dissolvent très bien dans l'alcool.

La densité des huiles volatiles est assez variée; celles de sassafras, de cannelle et de girofle, par exemple, pèsent plus que l'eau; celles de fenouil et d'anet 0,997 à 0,994, beaucoup

0,970 à 0,840; quelques unes sont solides à la température ordinaire.

Sous le rapport de la composition, ces huiles peuvent être divisées en deux sections, celles qui renferment de l'oxigène, de l'hydrogène et du carbone, et celles qui ne contiennent que ces deux derniers éléments.

Les huiles volatiles, comme les huiles fixes, paraissent, pour la plupart, formées de deux substances différentes; ces composés sont inégalement volatiles.

Un certain nombre d'essences, surtout celles qui proviennent des parties les plus chaudes de l'Espagne, fournissent une substance analogue au camphre.

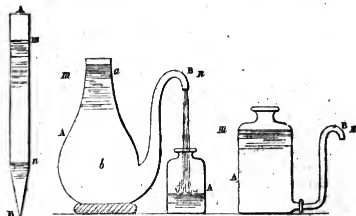
L'acide hydrochlorique gazeux est absorbé en grande quantité par les huiles volatiles, et forme un composé désigné sous le nom de camphre artificiel.

Les huiles volatiles se trouvent répandues dans toutes les parties des végétaux, excepté dans les fruits. On les obtient, à quelques exceptions près, au moyen de la distillation avec l'eau, à laquelle on ajoute souvent quelques sels, pour en élever le point d'ébullition; cette distillation avec un liquide moins volatil qu'elles-mêmes, qui paraît singulière, repose sur la propriété que présentent tous les corps faiblement volatils, de pouvoir fournir à toutes températures des vapeurs qui ont une moindre tension que celles qu'elles donnent à leur point d'ébullition. Dans le cas qui nous occupe, ces vapeurs à faible tension se répandent dans l'atmosphère formé par la vapeur d'eau, et sont entraînés par elle, et le renouvellement de cette action permet de distiller l'huile pourvu qu'on ait une assez grande quantité d'eau.

Les plantes ou parties des plantes dont on extrait une essence sont placées dans la cucurbite d'un alambic, et pour éviter que, par leur contact avec les parois plus échauffées, elles n'éprouvent une altération qui fournirait des produits pyrogénés, on les fait reposer sur un diaphragme métallique percé d'un grand nombre d'ouvertures, ou bien on les renferme dans un panier en fils métalliques; dans tous les cas, il faut avoir soin de ne pas tasser les matières.

L'huile passe à la distillation avec l'eau que l'on conserve, si elle a des usages comme celles de fleurs d'oranger, de roses, de menthe, etc. Suivant sa densité, on emploie deux moyens différents pour recueillir l'huile. Quand elle est plus dense que l'eau, on reçoit tout le liquide dans un flacon de forme ordinaire ; l'eau déverse par les bords, et l'huile se réunit au fond ; mais lorsqu'on recueille une essence plus légère que l'eau, il faut donner au vase une forme telle que l'huile reste dans le vase en même temps que l'eau s'écoule. On se sert pour cela du

Fig. 60. *Fig.* 58. *Fig.* 59.



récipient florentin, formé d'un vase pyriforme A, fig. 58, de la base duquel part un tube recourbé en siphon B. L'huile forme toujours à la surface une couche *a*, et l'eau *b* s'écoule par le tube B aussitôt que le niveau est arrivé en *m n*, et peut être recueillie dans des vases convenables *o*. On extrait l'huile en versant le liquide dans un entonnoir effilé, par le moyen duquel on ne laisse couler que l'eau.

A défaut de récipient florentin, on peut se servir d'un flacon A, fig. 59, ayant une tubulure inférieure à laquelle on adapte, par le moyen d'un bouchon, un tube recourbé C.

Lorsque, dans une distillation, la quantité d'huile volatile que l'on obtient est très petite, il s'en perdrait une portion assez considérable, qui resterait adhérente aux vases : M. Chevallier a proposé de recevoir alors le liquide dans un tube A, fig. 60,

effilé à sa partie inférieure B, que l'on enlève quand il se trouve en grande partie plein d'huile, et qu'il n'y existe par conséquent plus qu'une faible couche d'eau *m n*.

On obtient aussi l'huile volatile d'écorces de citron en pressant les écorces entre des plaques de verre. Cette huile est d'une odeur très suave; mais elle reste long-temps louche par le mélange d'une quantité de mucilage qui s'en sépare très lentement.

Quand les huiles volatiles ont été exposées pendant long-temps à l'action de l'air, elles s'épaississent plus ou moins, et alors la tache qu'elles forment sur le papier ne disparaît pas entièrement en chauffant celui-ci, tandis que la tache produite par les huiles fraîches disparaît avec beaucoup de facilité. Cependant on peut reconnaître presque certainement par ce moyen le mélange d'une huile grasse avec une essence, parce que la tache est alors beaucoup plus forte que celle que produirait l'huile volatile un peu épaissie elle-même. Les huiles fixes, à l'exception de celle de ricin, sont sensiblement insolubles dans l'alcool, qui dissout une grande proportion d'huiles volatiles, même épaissies. On peut, par ce moyen, reconnaître les mélanges que fournit souvent le commerce.

Quand des huiles volatiles sont mêlées avec un peu d'alcool, le mélange avec l'eau reste louche.

HUISSIER. (*Commerce.*) L'huissier est l'exécuteur des hautes-œuvres en matière civile. Toutefois son ministère est devenu presque indispensable, dans l'état actuel de nos lois, aux actes habituels de la vie commerciale, et les progrès de l'industrie lui ont donné une importance qui n'a pas tardé à dégénérer en abus. C'est surtout par le moyen des protêts que l'huissier intervient dans la plupart des affaires en litige, et quoique la législation lui ait tracé des règles fort sévères, il s'en écarte tous les jours avec audace, et malheureusement avec impunité. Ainsi, la loi oblige l'huissier à se présenter en personne au domicile des débiteurs, et à se faire assister de deux praticiens pour rédiger un protêt; elle lui alloue une indemnité pour déplacement, sous le nom de *course*, lorsqu'un effet en souffrance est payé sur sa présentation; mais rarement les choses se passent d'une manière conforme à la loi. Un simple clerc, et quel

clerc se présente au domicile indiqué sur l'effet de commerce, et s'informe légèrement de la présence du citoyen qui doit payer, certain qu'un protêt suivra infailliblement la déclaration d'absence, et procurera un bénéfice au patron. Aussitôt celui-ci déclare que s'étant présenté sans avoir été payé, assisté de MM. tels et tels, praticiens, il proteste au nom de la justice. L'effet est renvoyé au dernier porteur, et si le tireur est en province, alors commencent les *comptes de retour*, et toute cette série de brigandages qu'on a décorés du nom de frais de recouvrement. Quelquefois une lettre de change porte les mots sacramentels : *au besoin*, chez M. N... ; c'est encore pour l'huissier une occasion de profits, ou plutôt d'exactions, car il se fait payer autant de *courses* qu'il y a de fois *au besoin*, et ces frais s'élèvent souvent au prix d'un protêt. C'est ce qui explique comment plusieurs études d'huissier se sont vendues, à Paris, jusqu'à la somme énorme de 200,000 fr.

De semblables abus seraient probablement réprimés, s'ils étaient plus souvent dénoncés aux magistrats; mais un négociant craint de se compromettre en entrant en lutte avec des officiers publics qui peuvent exercer contre lui de terribles représailles. Personne n'ose s'élever contre ces faux quotidiens, appelés *protêts*, et les malheureux commerçants se soumettent sans murmurer aux frais de *courses*, aux *comptes de retour*, aux avanies de toute espèce qui précipitent la ruine de beaucoup d'honnêtes gens, solvables, mais gênés. Nous ne saurions donc trop conseiller aux industriels de résister aux exigences des huissiers, et de se refuser énergiquement à payer ce qui ne leur paraîtra pas légitimement dû. Le procureur du roi est le protecteur naturel de tous les droits méconnus, et le jour où les citoyens seront résolus à lui déférer tous les cas de concussion, de quelque masque qu'on les couvre, ce jour verra disparaître l'une des plus hideuses plaies de notre époque, le vol organisé sous forme de frais judiciaires, et dressant à son profit des procès-verbaux audacieux et menteurs. Peut-être, avant ce temps, le gouvernement ouvrira les yeux, et nous verrons supprimer la vénalité des offices, dernier reste de la barbarie d'un autre âge, et source de tant d'ignominies. BLANQUI AÎNÉ.

HYDRAULIQUE, science de l'équilibre et du mouvement de l'eau. On y comprend aussi, par extension, l'étude des lois relatives aux autres liquides, et même aux substances gazeuses, parce que ces lois, ou sont identiques avec celles de l'hydraulique proprement dite, ou n'en diffèrent que par quelques modifications résultant des diverses propriétés physiques de chaque fluide en particulier.

L'hydraulique renferme deux grandes divisions : l'hydrostatique dont l'objet est l'équilibre des fluides, et l'hydrodynamique qui décrit les phénomènes de leur mouvement.

On peut d'ailleurs considérer l'eau lorsqu'elle s'écoule d'un réservoir par des orifices de différentes formes; lorsqu'elle parcourt les rivières et les canaux; lorsqu'elle agit comme moteur de nos usines; et enfin lorsque, remplissant un rôle passif, elle est élevée par des machines pour subvenir aux besoins des arts, de l'agriculture et de l'économie domestique.

Ces différents points de vue donnent naissance à des théories distinctes et bien tranchées; et il a, par conséquent, été facile de traiter chacune dans un chapitre séparé. Nous prions donc le lecteur de se reporter aux articles ARROSEMENT, ASPIRATION, BÉLIER HYDRAULIQUE, BOITOUT, CANAL, DANAÏDE, EAU (distribution d'), ÉPUISEMENT, IRRIGATION, JAUGEAGE, NORIA, POMPE, POUCE D'EAU, PUITS ARTÉSIEN, ROUE HYDRAULIQUE. J.-B. VIOLLET.

HYDROGÈNE. (*Chimie industrielle.*) Nous n'aurions pas à nous occuper de ce corps qui n'a d'importance que sous le rapport chimique si de l'article AÉROSTAT on n'avait renvoyé à celui-ci.

L'hydrogène pur est un gaz incolore, inodore quand il est pur, insoluble dans l'eau; d'une densité de 0,0688, l'air pesant 1, ou à peu près 14 fois plus. Ce gaz éteint les corps en combustion; mais il s'enflamme et brûle avec une flamme très peu éclairante. Mêlé avec 1/2 fois son volume d'oxigène, il détone violemment par l'approche d'un corps en combustion, et brise, avec beaucoup de danger pour l'opérateur, les vases dans lesquels il est renfermé. Mêlé avec du chlore, il n'éprouve rien à la température ordinaire; mais, sous l'influence de la chaleur rouge ou de la lumière solaire, il détone également avec

une grande violence. Il communique ces propriétés aux gaz dans la composition desquels il entre.

On obtient l'hydrogène en mettant en contact, à la température ordinaire, du zinc ou du fer, de l'eau et un acide, ordinairement l'acide sulfurique. L'eau formée d'oxigène et d'hydrogène se décompose : l'oxigène s'unit au métal pour produire de l'oxide qui s'unit à l'acide, et forme un sel; l'hydrogène mis en liberté se dégage. On peut aussi l'obtenir en faisant passer de la vapeur d'eau sur du fer porté à la chaleur rouge, qui en absorbe l'oxigène.

En grand, il sert à remplir les AÉROSTATS. On se sert de limaille de fonte qui fournit un gaz très fétide et d'une densité plus grande que l'hydrogène pur, mais bien assez faible encore pour le but que l'on se propose.

Quand on fait dégager de l'hydrogène par un tube, si on veut l'enflammer, il faut être bien assuré qu'il ne renferme plus d'oxigène en mélange; une détonation dangereuse pourrait avoir lieu sans cette précaution ; dans tous les cas, il faut n'enflammer le gaz qu'à l'extrémité d'un tube effilé; sans cela, si l'ouverture était large, on pourrait encore courir des risques.

HYDROSTATIQUE. C'est la science qui s'occupe des phénomènes que présentent les corps liquides à l'état de repos.

Les principes de l'hydrostatique sont : 1° que les corps liquides sont incompressibles; 2° que leurs molécules jouissent d'une mobilité parfaite; 3° qu'ils communiquent également dans tous les sens la pression qu'on exerce en un point quelconque de leur surface.

Les arts et l'industrie ont souvent besoin du secours de l'hydrostatique, soit pour l'établissement des *réservoirs*, des *conduites* et des *siphons;* soit pour la construction des corps flottants, tels que les *bateaux;* soit enfin pour le calcul de l'effet de différentes machines, telles que la *presse hydraulique*, la *vis d'Archimède*, les *pompes*, etc., et en général, toutes celles dans lesquelles les corps liquides tendent à conserver leur état de repos.

Le caractère de cet ouvrage ne nous permet pas d'étudier les principes de cette science; et, quant à ses applications, elles se trouvent comprises dans les différents articles qui s'y rattachent,

tels que ceux que nous avons cités plus haut. Nous nous bornerons donc à indiquer les ouvrages de Bernouilli et de Bossut sur l'hydrodynamique, à ceux de nos lecteurs qui désireraient approfondir les questions de la science. TH. G.

HYGIÈNE. On donne ce nom à cette partie de la médecine qui a pour but la conservation de la santé : elle en fixe les conditions et en garantit la durée. Le champ qu'embrasse cette science est d'une immense étendue : elle comprend l'étude des influences qui, tantôt par degré, tantôt par une action brusque et subite, préparent ou précipitent le passage de la santé à la maladie. Ces influences se rapportent d'ailleurs à deux sortes d'agents : les uns, physiques et chimiques, existent hors de l'homme : tels sont le calorique, la lumière, l'air, les aliments, etc. ; les autres, purement vitaux, résident dans l'homme lui-même, comme les travaux de l'esprit, les passions, les exercices du corps, etc.

L'hygiène est dite publique ou privée, suivant que l'application des connaissances que nous possédons sur la salubrité ou l'insalubrité des divers objets qui ont rapport à notre existence porte sur les masses ou sur les individus. Malgré cette identité de nature, nous devons reconnaître que l'hygiène publique a sur l'hygiène privée un avantage inappréciable : exercée qu'elle est par l'autorité, qui doit veiller à la conservation des citoyens, elle compte ordinairement de plus grands succès, tandis que l'homme, considéré individuellement, tout en désirant jouir d'une bonne santé et d'une longue vie, se refuse le plus ordinairement à suivre les préceptes qui pourraient le conduire à ce but ; si les préjugés ne l'aveuglent pas, la paresse et l'insouciance le dominent, et rarement le voit-on se soumettre à la voix de la raison et même à celle de l'instinct. D'ailleurs, dans l'hygiène privée, il est une infinité de considérations auxquelles on doit avoir égard, et qui compliquent les questions les plus simples : l'âge, le sexe, le tempérament, la profession, l'état de santé habituelle, sont autant de circonstances capables de modifier en plus ou en moins les influences qui s'exercent sur nous. Dans l'hygiène publique, au contraire, on n'est pas arrêté par ces entraves, et les préceptes, quels qu'ils soient, ne peuvent jamais porter tout-à-fait à faux.

Pour donner une idée de l'importance de l'hygiène, deux routes s'ouvrent devant nous, qui, l'une aussi bien que l'autre, conduisent au but désiré. La première est de tracer l'histoire de la science, et de montrer que chez les peuples les plus anciens la plupart des lois étaient un code de santé, revêtu, pour les uns, d'un caractère religieux, et, pour les autres, de la sanction de législateurs universellement vénérés. Nous verrions alors le renversement de ces lois être suivi de l'apparition d'épidémies désastreuses, qui ont fini par rendre inhabitables des contrées jadis florissantes et bien peuplées, tandis que, par un contraste bien facile à prévoir, ces maladies hideuses, qui, au moyen âge, avaient forcé de construire des léproseries dans chaque ville et bourgade de l'Europe, ces pestes qui se montraient jusqu'à dix fois en cinquante ans, au XIVe siècle, dans la seule ville de Marseille, et tant d'autres fléaux non moins redoutables, ont disparu complétement, ou ne se montrent plus qu'à de longs intervalles, depuis que, par suite des progrès de la civilisation, la police sanitaire a été successivement portée au point où nous la voyons aujourd'hui. Il serait, sans doute, d'un grand intérêt de rapprocher les institutions hygiéniques des anciens de celles des modernes; de montrer que si, sous quelques rapports, nous n'avons rien à leur envier, il est cependant encore d'utiles emprunts à leur faire. Mais la nature essentiellement pratique de l'ouvrage auquel appartient cet article, ne comporte pas ce genre de considérations; bornons-nous à indiquer en passant que toutes les questions d'hygiène publique ressortent aujourd'hui de la police administrative, et, plus particulièrement encore, des CONSEILS DE SALUBRITÉ formés dans la plupart des villes de province à l'instar de celui de Paris. Les services que cette institution a rendus à la capitale depuis sa création, qui date du 18 messidor an X (6 juillet 1802), expliquent suffisamment les grands accroissements qu'elle prend chaque jour en France.

L'autre voie, dont nous avons parlé plus haut, qui pourrait nous mener à donner une idée exacte de la science qui nous occupe, consisterait à passer en revue les différentes matières de l'hygiène, et à poser les préceptes déduits de l'observation des faits. Mais pour peu que l'on réfléchisse qu'il n'est aucun agent

naturel absolument étranger à l'homme, et que notre organisation, tant individuelle que sociale, devient pour nous la source d'une foule d'autres influences, soit nuisibles, soit avantageuses, on concevra sans peine que la simple énumération de tant de causes de maladies, fût-elle privée de tout détail, dépasserait de beaucoup les limites d'un article de dictionnaire; et, d'un autre côté, on se figurera aisément combien la science, présentée sous une forme aussi aride, offrirait peu d'utilité réelle au lecteur : on aurait seulement réussi à lui apprendre que les causes de maladies sont multipliées à l'infini, sans lui montrer, ce qu'il n'a pas moins besoin de savoir, par quels moyens l'art parvient à les neutraliser.

D'après ces considérations, nous croyons plus convenable de nous arrêter ici, et de renvoyer le lecteur aux articles spéciaux dans lesquels sont traités les divers sujets qui pourraient l'intéresser. Voy. Alcoves, Aliments, Asphyxie, Bains, Boissons, Boyauderies, Chaleur, Habitations, Latrines, Putréfaction, Ventilation, Vêtements, etc., etc. GUÉRARD.

HYGIÈNE VÉTÉRINAIRE. (*Agric.*) Les causes générales qui peuvent altérer la santé des animaux à la campagne sont les chaleurs excessives et prolongées, les froids rigoureux et subits, les brouillards, les frimas, les gelées blanches, les pâturages marécageux, l'air vicié des écuries, les changements brusques de température et de régime, la pénurie ou la mauvaise qualité de l'eau, les fourrages avariés, l'excès du travail et les accidents.

Mais ces causes générales de maladies n'affectent pas également les différentes classes d'animaux domestiques. Ainsi, l'air vicié des écuries nuit beaucoup plus aux grands animaux qu'aux petites espèces. Les pâturages humides et marécageux sont funestes aux moutons, tandis qu'ils conviennent aux porcs, et qu'ils font peu d'effet sur les chevaux et les bœufs. Les excès de chaleur et de froid sont moins sensibles aux chevaux, ânes et mulets, qu'aux bêtes à cornes et à laine. L'espèce du cheval est plus affectée que les autres par les mauvais fourrages et la mauvaise eau.

Les premiers soins dont les bestiaux peuvent avoir besoin quand ils tombent malades consistent dans le repos, une situa-

tion et des couvertures chaudes, la diète, l'usage d'une boisson dégourdie, telle que l'eau de son légèrement salée, des frictions avec un bouchon de paille, des lavements de mauve et de graine de lin; mais, dès que les symptômes s'aggravent ou se prolongent, il faut appeler le vétérinaire. Toutefois, il est des cas urgents où le cultivateur doit pouvoir lui-même appliquer un remède prompt. Ainsi, il doit savoir soigner les animaux météorisés, ou gonflés pour avoir pris trop d'aliments verts, ou les avoir mangés étant mouillés ou chargés de rosée. En cas de météorisation, on met deux poignées de sel de cuisine ou de salpêtre dans un demi-seau d'eau froide, et on fait boire ce liquide à l'animal, dont le gonflement disparaît ordinairement à vue d'œil. Une pinte de vinaigre mêlée à 7 ou 8 pintes d'eau fraîche produit ordinairement le même effet, ainsi que l'alcali volatil, dont la dose étant, pour les bœufs et les vaches, de 2 ou 3 cuillerées à bouche dans 2 ou 3 litres d'eau, doit être moindre pour les petits animaux. On répète la dose à un quart d'heure ou demi-heure de distance, si cela est nécessaire. Si le gonflement ne se dissipe pas, et que l'animal paraisse en danger, il faut alors avoir recours à l'ouverture de la panse. Cette opération est simple et sans aucun danger. Elle consiste à enfoncer la lame d'un couteau bien pointu dans le ventre de l'animal afin de faire sortir les gaz par cette ouverture. C'est toujours au flanc gauche que l'opération se pratique, à deux ou trois doigts en arrière des dernières côtes, et à quatre ou cinq pouces plus bas que les os du dos.

L'espèce chevaline est particulièrement sujette à quatre maladies auxquelles les cultivateurs doivent donner toute leur attention : ce sont la gourme, la morve, la gale et le farcin. Leur traitement est du ressort du médecin vétérinaire. La gale, la clavelée et la pourriture, sont le fléau des moutons. Les deux premières sont contagieuses; l'humidité et les mauvais aliments engendrent la troisième. *Le poil, le feu saint-antoine* et *la ladrerie*, sont les trois maladies auxquelles les cochons sont le plus sujets, et exigent aussi les secours du vétérinaire.

SOULANGE BODIN.

HYGROMÉTRIE. (*Physique*.) L'hygrométrie est la partie de la physique qui traite des moyens propres à déterminer l'état

de l'humidité de l'air. Son étude importe essentiellement à un grand nombre d'industriels, qui peuvent recourir, pour cette détermination, à des *hygromètres* d'un prix modique et d'un emploi facile. Les principes fondamentaux de l'hygrométrie sont les suivants :

Lorsque l'air est calme, il se loge entre ses molécules autant de vapeurs d'eau qu'il en entrerait dans un espace vide d'air et de même volume.

Il y a pour chaque température un *maximum* de *saturation* d'un espace donné, vide ou plein d'air; c'est-à-dire que la force expansive attribuée à la chaleur correspondant à cette température, ne peut maintenir à l'état gazeux, dans cet espace, qu'un certain nombre de molécules d'eau; alors, l'attraction réciproque de ces molécules est en équilibre avec la force expansive; ajoutez quelques molécules de plus dans le même espace; ou refoulez la masse entière sous un moindre volume, et le rapprochement des molécules augmentant l'énergie de leur attraction, celle-ci l'emportera sur l'expansion, et liquéfiera une partie de la masse d'eau. Le plus léger abaissement de la température produira le même effet.

En général, dans l'état de maximum, la moindre force qui viendra diminuer l'expansion ou ajouter à l'effet de l'attraction, fera précipiter de la vapeur. Ces forces perturbatrices les plus communes sont les suivantes : la diminution de température, qui entraînera une diminution correspondante de force expansive; l'affinité des substances solides ou liquides pour l'eau. Ainsi, dans une cloche pleine de vapeur au maximum, introduisez un peu de chaux ou de sel marin, ou d'acide sulfurique, aussitôt ces substances absorberont un peu d'eau, et par suite toute la masse de vapeur, qui continue d'être en équilibre avec l'eau absorbée, perdra comme elle de sa force expansive. Notez que ces substances, causes de précipitation, agiront également, soit qu'on les place au milieu de l'atmosphère de la cloche, soit qu'on les introduise dans l'eau liquide, que nous supposons placée au bas de la cloche pour l'entretenir au maximum de saturation.

Au-dessous du maximum, la vapeur peut passer par tous les états de raréfaction, jusqu'à la sécheresse extrême. Plus elle est

rare, et moins les causes de précipitation produiront d'effet.

Plus la température est élevée, et plus, dans l'état de maximum, la vapeur d'eau est dense et élastique.

L'état de l'humidité de l'atmosphère est la quantité de vapeur que cette atmosphère contient comparée à ce qu'elle peut contenir au maximum à la même température.

Les hygromètres sont les instruments destinés à indiquer approximativement ce rapport. Ceux qui, pour les industriels, sont d'un emploi plus facile, sont composés de substances animales, telles que des *cheveux*, des bandes minces de baleine coupées en travers des filaments, des cordes à boyau, etc., qui, à mesure que l'atmosphère est plus humide, absorbant une plus grande quantité de vapeur, changent de dimension par suite de cette absorption, et peuvent faire marcher des *indicateurs*.

Dans l'*hygromètre de Saussure*, un cheveu fixé par une extrémité descend verticalement, s'enroule sur un arbre cylindrique qui porte une grande aiguille, et à la circonférence duquel est attachée l'autre extrémité du cheveu. Quand l'air devient moins humide, le cheveu se raccourcit, fait, en revenant sur lui-même, tourner le cylindre dont l'aiguille parcourt un arc de cercle divisé. Les moindres contractions du cheveu sont, on le voit, amplifiées par l'aiguille rotatrice. Quand l'air devient plus humide et que le cheveu s'allonge, un contre-poids, suspendu à un fil qui s'attache à l'arbre de l'aiguille, le fait tourner en sens contraire, et maintient le cheveu tendu.

Le maximum étant représenté par 100, la sécheresse absolue par zéro, la variation totale qu'éprouve la longueur du cheveu est fractionnée en cent parties égales appelées *degrés*.

Dans l'*hygromètre de Deluc*, une bande de baleine remplace le cheveu de l'instrument de Saussure.

Un hygromètre peu usité se compose d'une boule d'ivoire à laquelle est adapté un tube de verre, et dans laquelle est du mercure dont le niveau s'élève dans le tube. L'humidité dilate la boule, et fait baisser le liquide. On a remplacé cette boule par une vessie de rat, qui est beaucoup plus hygrométrique, mais qui s'altère promptement et donne des indications diffé-

rentes avec le temps, alors même que les circonstances atmosphériques redeviennent les mêmes.

Les hygromètres les plus communs sont composés de cordes à boyaux qui, pincées par un bout, portent à l'autre un indicateur perpendiculaire à la longueur de la corde. Les variations de l'humidité faisant tordre ou détordre ces cordes par suite du gonflement des filets membraneux dont elles sont composées, l'indicateur tourne dans un sens ou dans l'autre. Ordinairement la corde à boyau est supportée horizontalement par un tube, et l'indicateur, qui tourne verticalement, représente le bras d'une petite figure qui se couvre ou se découvre à l'approche de la pluie. Le frottement de la corde contre le tube paralyse souvent l'effet de rotation; il vaudrait donc bien mieux suspendre la corde verticalement, et faire parcourir à l'aiguille un cercle horizontal.

Parmi les hygromètres ci-dessus mentionnés, il n'en est que deux dont les physiciens sachent réellement *lire* les indications, c'est-à-dire qui leur apprennent l'*état précis de l'humidité de l'air;* ce sont les hygromètres de Saussure et de Deluc. On les a fait fonctionner dans des atmosphères dont l'état d'humidité était déterminé par des expériences précises et indépendantes de l'hygromètre; c'est ainsi qu'on a trouvé que le cheveu s'allonge de 72 centièmes de son allongement maximum, quand, parti de la sécheresse absolue, on le place dans une atmosphère qui ne contient que la moitié de l'humidité maximum. Le cheveu ne passe donc que par les 23 centièmes restants quand l'humidité parcourt la seconde moitié de ses variations. Ce défaut de proportionalité ne serait pas un inconvénient, s'il n'était pas porté aussi loin. Que faut-il, en effet, pour connaître le chiffre précis de l'humidité de l'air? une table de concordance entre les degrés de l'hygromètre et les mesures de la quantité réelle de vapeur. Or, c'est là, avons-nous dit, ce qu'ont fait les physiciens. Le défaut du cheveu consiste en ce que l'atmosphère est habituellement un peu au-dessus de la demi saturation, à 80° de l'hygromètre Saussure, et ne descend jamais au-dessous de 30° environ; dans l'hiver, elle va de 80 à 100°; il faudrait donc que la longueur du cheveu variât beaucoup

dans cet intervalle, afin que ses indications fussent ausi sensibles que possible, et c'est là précisément ce qui n'a pas lieu. L'hygromètre de Deluc est, sous ce rapport, bien préférable au précédent.

Ceux de nos lecteurs qui voudraient connaître d'autres procédés plus exacts, mais moins commodes, devront étudier, dans les traités spéciaux de physique, les procédés qu'ont suivis Leroy, Daniel, Leslie, etc.

Nous dirons, en terminant, que, sans employer des appareils particuliers, on a recours dans les arts à de simples indications, telles que l'absorption de l'eau par les substances déliquescentes, par les papiers, les parchemins, etc., la contraction en longueur des cordes végétales, dont les torons se gonflent par l'action de l'humidité, etc. S. P.

HYPOTHÉQUES. (*Législation.*) La législation hypothécaire intéresse toutes les classes de citoyens; il n'est personne qui ne soit dans le cas d'y avoir recours, et il suffit d'en étudier l'économie pour se convaincre des immenses avantages que peuvent en retirer le commerce et l'industrie.

Les hypothèques ont pris leur source dans cette nécessité reconnue de tous les peuples, *concilier le crédit le plus étendu avec la plus grande sûreté;* on les retrouve dans l'ancienne législation française, comme chez les Romains; seulement elles n'y avaient aucun caractère de publicité, et ce ne fut qu'en l'an III que la loi jeta les premiers fondements de la publicité des hypothèques.

Ce n'est point dans un ouvrage spécialement consacré à l'industrie que nous devons traiter à fond ce qui concerne les hypothèques; cette matière si vaste, si importante, et sur laquelle ont écrit tant d'hommes supérieurs, ne doit être envisagée ici que sous un point de vue purement analytique, de telle sorte que l'on puisse en prendre une idée générale, et en saisir de suite les avantages et les différentes applications qu'elle peut recevoir en ce qui concerne l'industrie et la circulation des capitaux, cette source féconde de prospérité pour les uns, et de ruine pour les autres.

Quiconque s'est obligé personnellement, est tenu de remplir

son engagement sur tous ses biens, mobiliers et immobiliers, présents et à venir.

Ce principe, qui est de droit naturel, et qui se trouve reproduit dans le Code civil (art. 2092), amène cette conséquence, que les biens d'un débiteur sont le gage commun de ses créanciers, et que le prix s'en distribue entre eux par contribution, à moins qu'il n'y ait entre les créanciers des causes légitimes de préférence.

Ces causes légitimes de préférence sont *les privilèges* et *les hypothèques*.

Ainsi les créanciers privilégiés passent avant les créanciers hypothécaires, et ceux-ci avant les autres créanciers, que l'on nomme créanciers *chirographaires*.

DES PRIVILÉGES (1).

Le privilége résulte de la qualité même de la créance, et il s'exerce sur les meubles ou sur les immeubles.

Les priviléges généraux sur les meubles sont : 1° les frais de justice, les frais funéraires, les frais quelconques de dernière maladie; 2° le salaire des gens de service pour l'année échue, et ce qui est dû sur l'année courante; 3° la fourniture des subsistances faites au débiteur et à sa famille, savoir, pendant les six derniers mois, par les marchands en détail, tels que les boulangers, les bouchers et autres, et pendant la dernière année par les maîtres de pension et marchands en gros. Nous devons faire observer que ces privilèges s'exercent sur les immeubles, à défaut de mobilier, et qu'ils passent avant les créanciers privilégiés sur les immeubles, et dont nous parlerons ci-après.

Les priviléges sur certains meubles sont : 1° les loyers et fermages des immeubles, sur les fruits de la récolte de l'année, et sur le prix de tout ce qui garnit la maison louée ou la ferme, et de tout ce qui sert à l'exploitation de la ferme; 2° la créance sur le gage dont le créancier est saisi; 3° les frais faits pour la conservation de la chose; 4° le prix d'effets mobiliers non payés s'ils sont encore en la possession du débiteur, soit qu'il

(1) Art. 2095 à 2113 du Code civil.

ait acheté à terme ou sans terme; 5° les fournitures d'un aubergiste, sur les effets du voyageur qui ont été transportés dans son auberge; 6° les frais de voiture et les dépenses accessoires sur la chose voiturée; 7° enfin, les créances résultant d'abus et de prévarications commis par les fonctionnaires publics dans l'exercice de leurs fonctions, sur les fonds de leur cautionnement et sur les intérêts qui peuvent en être dus.

Les créanciers privilégiés sur les immeubles sont: 1° le vendeur, sur l'immeuble vendu, pour le paiement du prix; 2° ceux qui ont fourni les deniers pour l'acquisition d'un immeuble, pourvu qu'il soit authentiquement constaté par l'acte d'emprunt que la somme était destinée à cet emploi, et par la quittance du vendeur que ce paiement a été fait des deniers empruntés; 3° les cohéritiers, sur les immeubles de la succession, pour la garantie des partages faits entre eux, et des soultes ou retour de lots; 4° les architectes, entrepreneurs, maçons et autres ouvriers employés pour édifier, reconstruire ou réparer des bâtiments, canaux ou autres ouvrages quelconques, pourvu néanmoins que, par un expert nommé d'office par le tribunal de première instance dans le ressort duquel les bâtiments sont situés, il ait été dressé préalablement un procès-verbal à l'effet de constater l'état des lieux relativement aux ouvrages que le propriétaire déclarera avoir dessein de faire, et que les ouvrages aient été, dans les six mois de leur perfection, reçus par un expert également nommé d'office; 5° ceux qui ont prêté les deniers pour payer ou rembourser les ouvriers, jouissent du même privilége, pourvu que cet emploi soit authentiquement constaté par l'acte d'emprunt et par la quittance des ouvriers, ainsi qu'il est dit ci-dessus pour ceux qui ont prêté les deniers pour l'acquisition d'un immeuble.

Les priviléges ne produisent d'effet à l'égard des immeubles qu'autant qu'ils sont rendus publics par leur inscription sur les registres du conservateur des hypothèques de la manière déterminée par la loi, et à compter de la date de cette inscription. La loi a posé quelques exceptions à cette règle, notamment en faveur des priviléges généraux sur les meubles dont nous avons parlé plus haut, et qui, ainsi que nous l'avons dit, peuvent, à défaut de mobilier, s'exercer sur les immeubles.

DES HYPOTHÈQUES (1).

L'hypothèque est un droit réel sur les immeubles affectés à l'acquittement d'une obligation; elle est, de sa nature, indivisible, et subsiste en entier sur tous les immeubles affectés, sur chacune et sur chaque portion de ces immeubles. Elles les suit, dans quelques mains qu'ils passent.

L'hypothèque n'a lieu que dans les cas et suivant les formes déterminées par la loi. Elle ne peut avoir lieu que sur les biens immobiliers qui sont dans le commerce et leurs accessoires réputés immeubles, sur l'usufruit des mêmes biens et accessoires pendant le temps de la durée.

L'article 538 du Code civil énumère les immeubles qui ne sont pas susceptibles d'une propriété privée, et qui, par suite, ne sont pas dans le commerce; par conséquent, ils ne sont pas susceptibles d'hypothèques. Les articles 516 à 526 du même Code contiennent les dispositions propres à éclairer sur la nature immobilière ou mobilière de certains objets, et qui, par conséquent, peuvent être ou non susceptibles d'hypothèques.

Les meubles n'ont pas de suite par hypothèque.

On distingue trois espèces d'hypothèques : l'hypothèque légale, l'hypothèque judiciaire, l'hypothèque conventionnelle.

L'hypothèque légale est celle que la loi attache à certaines créances, par sa seule autorité, et sans l'intervention d'aucun jugement, ni d'aucune stipulation. Elle a lieu, en faveur des femmes mariées, sur les biens de leurs maris (2); des mineurs interdits, sur les biens de leurs tuteurs; en faveur de l'État, des communes et des établissements publics, sur les biens des receveurs et administrateurs comptables.

L'hypothèque légale frappe sur tous les biens du débiteur, présents et à venir.

On peut ranger encore au nombre des hypothèques légales celles que l'article 500 du Code de commerce oblige, dans les cas de faillite, les agents et syndics à prendre, au nom des

(1) Voyez Code civil, art. 2114 à 2203.

(2) Voir, pour ce qui concerne les droits des femmes des commerçants, le mot FAILLITES, t. V, p. 49 et suivantes; voir aussi au même mot, p. 47, ce qui est dit au sujet des créanciers privilégiés ou hypothécaires, en cas de faillite.

créanciers, sur les biens du débiteur failli; cette hypothèque, résultant directement et immédiatement de la loi, sans l'intervention d'aucun jugement ni d'aucune convention, est évidemment une hypothèque légale. (Voy. FAILLITE.)

Les hypothèques légales existent de plein droit et indépendamment de l'inscription, ainsi que nous le verrons ci-après.

L'hypothèque judiciaire résulte des jugements, soit contradictoires, soit par défaut, définitifs ou provisoires, en faveur de celui qui les a obtenus. Elle résulte aussi des reconnaissances ou vérifications, faites en jugement, des signatures apposées à un acte obligatoire sous seing-privé.

Elle peut s'exercer sur les immeubles actuels du débiteur et sur ceux qu'il pourra acquérir.

Les décisions arbitrales n'emportent hypothèque qu'autant qu'elles sont revêtues de l'ordonnance judiciaire d'exécution.

L'hypothèque ne peut pareillement résulter des jugements rendus en pays étranger, qu'autant qu'ils ont été déclarés exécutoires par un tribunal français, sans préjudice des dispositions contraires qui peuvent être dans les lois politiques ou dans les traités.

Quant aux jugements rendus par des consuls français en pays étranger, ils emportent hypothèque sans être déclarés exécutoires par un tribunal français. En effet, ces jugements sont réputés rendus en France.

L'hypothèque judiciaire n'existe qu'à partir du moment où elle est prise. Par conséquent le créancier a le plus grand intérêt à la prendre dès que le jugement est rendu; il n'a même pas besoin d attendre que ce jugement lui soit signifié; l'inscription peut être prise sur le certificat du greffier du tribunal constatant que le jugement a été rendu.

Quant aux biens à venir, la cour de cassation a jugé, le 3 août 1819, que l'inscription prise sur les biens présents et à venir du débiteur, en vertu d'un jugement, frappait de plein droit les biens à venir comme les biens présents, sans qu'il fût nécessaire de renouveler l'inscription après la survenance ou l'acquisition des nouveaux biens.

L'hypothèque conventionnelle est celle qui dépend des conventions et de la forme extérieure des actes et des contrats.

Cette espèce d'hypothèque est la plus fréquente parce que les causes en sont multipliées à l'infini ; elle ne peut se constituer que par des actes notariés, ni être consentie que par ceux qui ont la capacité d'aliéner les immeubles qu'ils y soumettent.

L'hypothèque conventionnelle n'est valable qu'autant que la somme pour laquelle elle est consentie est certaine et déterminée par l'acte; si la créance résultant de l'obligation est conditionnelle pour son existence ou indéterminée dans sa valeur, le créancier ne peut requérir l'inscription dont nous parlerons plus bas, que jusqu'à concurrence d'une valeur estimative par lui déclarée expressément, et que le débiteur a le droit de faire réduire s'il y a lieu. Ainsi un banquier qui ouvre, par exemple, un crédit de 100,000 francs à l'un de ses correspondants, peut valablement stipuler, par acte public, une hypothèque pour sûreté de ce crédit, dont le correspondant peut ne pas user; il n'est pas nécessaire que chaque paiement fait sur ce crédit soit constaté par un acte authentique. Par conséquent, en cas de faillite du débiteur, le banquier qui a ouvert le crédit pourra demander à être colloqué à la date de son inscription hypothécaire pour la somme qui lui est due.

Ceux qui n'ont sur un immeuble qu'un droit suspendu par une condition, ou résoluble dans certains cas, ou sujet à rescision, ne peuvent consentir qu'une hypothèque soumise aux mêmes conditions ou à la même rescision.

La femme mariée ne peut hypothéquer ses biens sans le consentement de son mari; toutefois les femmes marchandes publiques le peuvent sans ce consentement; mais quand elles sont mariées sous le régime dotal, leurs biens stipulés dotaux ne peuvent être hypothéqués que dans les cas déterminés et avec les formes réglées par le Code civil, articles 1554 et suivants. Ceux qui ont été pourvus d'un conseil judiciaire ne peuvent grever leurs biens d'hypothèques sans le consentement de ce conseil.

Les biens des mineurs, des interdits et ceux des absents, tant que la possession n'en est déférée que provisoirement, ne peuvent être hypothéqués que pour les causes et dans les formes établies par la loi ou en vertu de jugements.

Les contrats passés en pays étrangers ne peuvent donner

hypothèques sur les biens situés en France, s'il n'y a des dispositions contraires à ce principe dans les lois politiques ou dans les traités.

Il n'y a d'hypothèque conventionnelle valable que celle qui, soit dans le titre authentique constitutif de la créance, soit dans un acte authentique postérieur, déclare spécialement la nature et la situation de chacun des immeubles actuellement appartenant au débiteur, sur lesquels il consent l'hypothèque de la créance. Chacun de tous ses biens présents peut être nominativement soumis à l'hypothèque.

Les dispositions ci-dessus, jointes à celles des articles 2135 et 2196 du Code civil, qui veulent que l'hypothèque n'ait d'effet que du jour de l'inscription prise par le créancier sur les registres du conservateur qui sont constamment ouverts au public, constituent les deux principes fondamentaux du régime hypothécaire, *la publicité* et *la spécialité*.

L'hypothèque légale ou judiciaire peut, ainsi que nous l'avons vu, frapper les biens à venir; il n'en est pas ainsi de l'hypothèque conventionnelle. Cependant, si les biens présents et libres du débiteur sont insuffisants pour la sûreté de la créance, il peut, en exprimant cette insuffisance, consentir que chacun des biens qu'il acquerra par la suite y demeure affecté à mesure des acquisitions.

Pareillement, dans le cas où l'immeuble ou les immeubles présents assujettis à l'hypothèque auraient péri ou éprouvé des dégradations, de manière qu'ils soient devenus insuffisants pour la sûreté du créancier, celui-ci peut poursuivre dès ce moment son remboursement ou obtenir un supplément d'hypothèque.

L'hypothèque acquise s'étend à toutes les améliorations survenues à l'immeuble hypothéqué.

Rang que les hypothèques ont entre elles. Entre les créanciers, l'hypothèque, soit légale, soit judiciaire, soit conventionnelle, n'a de rang que du jour de l'inscription prise par le créancier sur les registres du conservateur, dans la forme et de la manière prescrite par la loi. Toutefois l'hypothèque légale existe, indépendamment de toute inscription, au profit des mineurs et interdits, sur les immeubles appartenant à leur tu-

teur, à raison de sa gestion, du jour de l'acceptation de la tutelle; au profit des femmes, pour raison de leurs dots et conventions matrimoniales, sur les immeubles de leur mari, et à compter du jour du mariage. Ainsi cette hypothèque a tout son complément, toute son efficacité, du moment de la célébration du mariage et du jour de l'acceptation de la tutelle, et elle prend rang à ces époques, quelle que soit celle où l'inscription en est faite. Cette inscription doit être prise, sans délai, aux bureaux à ce établis, par les maris et les tuteurs, sur les immeubles qui leur appartiennent ou qui pourront leur appartenir par la suite. Les maris ou tuteurs qui auraient consenti ou laissé prendre des hypothèques sur leurs immeubles sans déclarer expressément que lesdits immeubles étaient affectés à l'hypothèque légale des femmes et des mineurs, sont réputés stellionataires, et, comme tels, contraignables par corps.

Les inscriptions des hypothèques légales peuvent être requises d'office par le procureur du roi, ou par les parents ou amis, ou par les femmes ou les mineurs.

Inscription des hypothèques. Les inscriptions se font au bureau de conservation des hypothèques, dans l'arrondissement duquel sont situés les biens soumis au privilége ou à l'hypothèque. Elles ne produisent aucun effet si elles sont prises dans les dix jours qui précèdent la faillite du débiteur, ou si elles sont prises sur une succession acceptée sous bénéfice d'inventaire, après l'ouverture d'une succession.

Tous les créanciers inscrits le même jour exercent en concurrence une hypothèque de la même date, sans distinction entre l'inscription du matin et celle du soir, quand bien même cette différence serait marquée par le conservateur.

Pour opérer l'inscription, le créancier représente au conservateur des hypothèques l'original en brevet ou une expédition authentique du jugement ou de l'acte qui donne naissance au privilége ou à l'hypothèque. Il y joint deux bordereaux écrits sur papier timbré, dont l'un peut être porté sur l'expédition du titre; ils contiennent : 1° les nom, prénoms, profession, domicile du créancier, et l'élection d'un domicile dans un lieu quelconque de l'arrondissement du bureau;

2° les nom, prénoms, domicile du débiteur, sa profession s'il en a une, ou une désignation individuelle et spéciale telle que le conservateur puisse reconnaître et distinguer, dans tous les cas, l'individu grevé d'hypothèque; 3° la date et la nature du titre; 4° le montant du capital des créances exprimées dans le titre, ou évaluées par l'inscrivant, pour les rentes et prestations, ou pour les droits éventuels, conditionnels ou indéterminés, dans les cas où cette évaluation est ordonnée; comme aussi le montant des accessoires de ces capitaux, et l'époque de l'exigibilité; 5° l'indication de l'espèce et de la situation des biens sur lesquels il entend conserver son privilége ou son hypothèque.

Les pièces et renseignements à produire sont à peu près les mêmes, quoique moins nombreux, pour l'inscription des hypothèques légales.

Les inscriptions conservent l'hypothèque et le privilége pendant dix ans à compter du jour de leur date; leur effet cesse si ces inscriptions n'ont été renouvelées avant l'expiration de ce délai.

Les frais d'inscription sont à la charge du débiteur, s'il n'y a stipulation contraire; l'avance en est faite par l'inscrivant, si ce n'est quant aux hypothèques légales, pour l'inscription desquelles le conservateur a son recours contre le débiteur. Les frais de la transcription qui peut être requise par le vendeur sont à la charge de l'acquéreur.

Les inscriptions sont rayées du consentement des parties intéressées et ayant capacité à cet effet, ou en vertu d'un jugement en dernier ressort ou passé en force de chose jugée.

Les conservateurs des hypothèques sont tenus de délivrer à tous ceux qui le requièrent, copie des actes transcrits sur leurs registres, et celle des inscriptions subsistantes, ou certifier qu'il n'en existe aucune. Ils sont responsables de l'omission sur leurs registres, des transcriptions d'actes de mutation et des inscriptions requises en leurs bureaux, du défaut de mention, dans leurs certificats, d'une ou de plusieurs des inscriptions existantes, à moins, dans ce dernier cas, que l'erreur ne provînt de désignations insuffisantes qui ne pourraient leur être imputées.

Tous leurs registres sont en papier timbré, cotés et paraphés à chaque page, par première et dernière, par l'un des juges du tribunal dans le ressort duquel le bureau est établi. Les registres sont arrêtés chaque jour comme ceux d'enregistrement des actes.

Les conservateurs sont tenus de se conformer, dans l'exercice de leurs fonctions, à toutes les dispositions qui leur sont imposées, à peine d'amende et même de destitution, et de dommages-intérêts envers les parties.

Les mentions de dépôts, les inscriptions et transcriptions, doivent être faites sur les registres, de suite, sans aucun blanc ni interligne, à peine, contre les conservateurs, de 1,000 à 2,000 fr. d'amende, et des dommages et intérêts des parties, payables de préférence à l'amende.

Extinction des hypothèques. Les priviléges et les hypothèques s'éteignent : 1° par l'extinction de l'obligation principale; 2° par la renonciation du créancier à l'hypothèque; 3° par l'accomplissement des formalités et conditions prescrites aux tiers détenteurs pour purger les biens par eux acquis; 4° par la prescription. La prescription est acquise au débiteur, quant aux biens qui sont dans ses mains, par le temps fixé pour la prescription des actions qui donnent l'hypothèque ou le privilége.

Quant aux biens qui sont dans la main d'un tiers détenteur, elle lui est acquise par le temps réglé pour la prescription de la propriété à son profit; dans le cas où la prescription suppose un titre, elle ne commence à courir que du jour où ce titre a été transcrit sur les registres du conservateur.

Les inscriptions prises par le créancier n'interrompent pas le cours de la prescription établie par la loi en faveur du débiteur ou des tiers détenteurs.

Nous ne pourrions, sans dépasser les bornes que nous nous sommes imposées, aborder les longues et minutieuses formalités prescrites par le Code civil pour purger les propriétés des priviléges et hypothèques; cette partie de la législation échappe à l'analyse, et ne peut être d'ailleurs convenablement discutée que dans les ouvrages spéciaux sur la matière. En parlant des hypothèques, nous avons seulement voulu, nous le répétons,

donner une idée générale des dispositions qui les concernent, et qui, malgré leurs imperfections et les nombreuses améliorations qu'elles réclament, n'en offrent pas moins de puissants moyens de sécurité au crédit, et, par suite, à l'industrie et au commerce. AD. TRÉBUCHET.

I.

IMPORTATIONS. On donne ce nom à la somme de toutes les marchandises importées chaque année dans un pays, soit en matières premières pour les besoins de la production, soit en articles manufacturés pour les besoins de la consommation. Plus un pays importe, plus il s'enrichit; car il ne peut payer les produits étrangers qu'au moyen de l'excédant des valeurs créées sur son propre sol, et il est évident que le plus sûr moyen d'accroître ses richesses consiste à attirer à soi les richesses produites au dehors par le moyen de l'échange. Cet échange est-il toujours favorable? Toujours, quand le commerce est libre; car le monde entier étant ouvert, dans ce cas, aux spéculations des négociants, nul n'achète à l'étranger que ce qu'il peut consommer avec avantage, ou vendre avec profit. En vain espère-t-on se suffire à soi-même en prohibant les produits extérieurs : tous les climats ne sauraient procurer les mêmes denrées, et c'est folie de vouloir produire à grands frais ce qu'il en coûterait beaucoup moins d'obtenir du dehors par la voie du négoce. On a cru pendant long-temps, et quelques personnes croient encore, qu'une nation se ruine à solder en espèces les marchandises qu'elle achète; comme si l'argent lui-même n'était pas une marchandise toujours prête à courir où elle est devenue rare, et à s'avilir où elle est devenue abondante. Quand un négociant de Bordeaux paie en vins les fers qu'il achète en Suède, il ne fait pas une opération meilleure que s'il les payait en argent, après avoir vendu ses vins : c'est toujours, en définitive, le vin qui paie le fer, c'est-à-dire un produit national qui paie un produit étranger.

Il y a donc toujours lieu de s'applaudir d'une augmentation dans le chiffre des importations : là est le véritable thermomè-

tre de la richesse d'un pays. Quiconque achète quelque chose, a dû produire une valeur équivalente, et nous devrions souhaiter qu'on importât souvent et beaucoup, parce que ce serait la preuve que nous avons produit beaucoup et régulièrement. Avec quoi payons-nous les cotons d'Amérique, les indigos de l'Inde, les gommes du Sénégal, que nos zones tempérées sont inhabiles à produire? Avec du vin, avec des fers, avec des toiles, émanés de notre sol ou de nos ateliers. Quand la récolte manque en Amérique, on s'en ressent en France, et réciproquement l'Amérique peut souffrir d'une disette en France ou dans tout autre pays de l'Europe avec lequel elle est en relation d'affaires. Malheureusement les vieux préjugés qui règnent encore sur ces graves questions ont maintenu entre les nations des barrières artificielles sous le nom de tarifs, de douanes et de prohibitions. L'état du commerce est presque partout un état de guerre, dont les producteurs font les frais, sans profit pour les gouvernements. Qu'on suppose un moment la France libre de se fournir de sucre, de coton, de houille, où bon lui semblera, aussitôt des demandes nouvelles de produits nationaux répandront la vie dans nos campagnes et dans nos fabriques, aujourd'hui condamnées à la vie incertaine et précaire du système prohibitif. Nous avons voulu exclure les chevaux étrangers par des droits répulsifs, et nous sommes aujourd'hui le seul peuple en Europe qui ait de m uvais chevaux; nous avons protégé par des tarifs énormes l'éducation des bestiaux, et nous payons plus cher qu'aucun autre pays la viande de boucherie. Nos tarifs ont voulu aussi encourager la production des laines, et nous sommes toujours réduits à nous approvisionner à grands frais en Angleterre, en Allemagne, en Espagne et même en Barbarie. Ne valait-il pas mieux importer en franchise, et obtenir à bon compte, par la voie libre, ce qui nous coûte si cher par la voie de la douane? BLANQUI AÎNÉ.

IMPOTS. L'impôt est une portion du revenu particulier des citoyens destiné à pourvoir aux besoins d'intérêt général. Il n'est pas, selon nous, de dette plus sacrée, ni de privation plus utile; car chacun prend sa part du maintien du bon ordre, de la facilité des communications, de la salubrité des villes qu'il habite. L'impôt est une des nécessités de la civilisation, et si

l'on était privé pendant quelque temps des avantages qu'il procure, on aurait bientôt reconnu que les inconvénients qu'il présente ne sont rien en comparaison des services qu'il rend. Qui donc nous dédommagerait de l'insécurité des routes, de la fétidité des villes, de l'absence des ponts, de l'anarchie en toute chose? Il semble donc légitime d'accorder un salaire à ceux de la communauté qui abandonnent le soin de leurs propres affaires pour veiller à celles du public; mais il faut que l'impôt soit contenu dans de justes limites, et qu'en matière de services publics, comme dans les autres services, le salaire soit proportionné à l'utilité des employés. Aussi, dans les pays libres, c'est-à-dire civilisés, les impôts sont-ils tout à la fois très élevés et sévèrement contrôlés. Plus la dépense est grande, plus la surveillance doit être active; sinon les citoyens verraient bientôt passer le plus pur de leurs revenus aux mains de l'indolence armée du pouvoir. C'est toutefois une science fort difficile que celle des impôts. En général, ils nuisent moins par leur élévation que par leur répartition vicieuse; de telle sorte que le plus lourd fardeau retombe sur les fortunes les plus faibles, comme lorsque les contributions indirectes atteignent les subsistances, et frappent ainsi dans son salaire de chaque jour le malheureux travailleur. Tel est l'impôt du sel, tel est celui des boissons, dont la majeure partie sort de la poche du pauvre, tandis que de riches professions sont à peine imposées. Qu'est-ce, à Paris, que le droit de patente d'un notaire, d'un avoué, d'un agent de change, si on le compare aux droits d'octroi qui pèsent sur la viande, sur l'éclairage et sur le chauffage de l'artisan? Que de *millions* de portes et fenêtres sont exemptes de l'impôt, tandis que rien n'échappe au fisc qui veille à la porte des villes! On se plaint généralement en France de l'élévation des impôts : en somme, pourtant, *la nation paie peu*, en proportion de ses immenses ressources; mais les particuliers paient souvent beaucoup trop, à cause de la répartition inégale des charges. Le jour où cette répartition sera mieux entendue, le pays supportera 300 millions de plus, et les pauvres paieront 300 millions de moins. BLANQUI AÎNÉ.

IMPRESSIONS SUR ÉTOFFES. (*Épaississage des couleurs et des mordants.*) **Depuis quelques années, on s'occupe activement**

en France de substituer à la gomme du commerce, dans l'épaississage des couleurs et des mordants, des produits moins coûteux fournis par la fécule. Ces produits sont, dans certains cas, préférables à la gomme, et, dans d'autres, ils soutiennent la concurrence avec cette matière. Divers procédés ont été employés pour la transformation de la fécule en matière gommeuse. Le plus connu et le plus ancien de tous est la torréfaction sur des plaques. On a soumis à cette torréfaction et les amidons, et les fécules; de là les noms d'*amidon torréfié*, de *fécule torréfiée*. Il va sans dire qu'il y a plus d'économie à agir sur la fécule proprement dite que sur l'amidon, qui est plus coûteux. Mais de quelque manière qu'on opère cette torréfaction, il est à peu près impossible d'attaquer également toute la masse; de là un défaut d'homogénéité dans le produit obtenu; de là des parties plus carbonisées les unes que les autres, plus ou moins solubles, plus ou moins gommeuses. Ces défauts et d'autres encore, tels que la présence d'une quantité notable de matière sucrée, provenant, soit de la torréfaction elle-même, soit d'une préparation première par l'acide sulfurique, soit, comme on le pense généralement dans les fabriques, de l'addition d'une certaine proportion de mélasse, ont fait proscrire les fécules torréfiées fournies par une maison importante de Paris.

Malgré la défaveur jetée sur ces produits nouveaux par la mauvaise fabrication de la maison dont il vient d'être question, plusieurs industriels ont attaqué le problème de la transformation de la fécule en produits gommeux, en substituant à l'ancienne torréfaction sur des plaques une action mieux entendue et mieux réglée de la chaleur. Aussi, sous les noms de fécules torréfiées, de fécules indigènes, etc., les nouveaux produits se sont-ils acclimatés dans un certain nombre de fabriques de Rouen, de Bolbec, de Saint-Denis, etc. Nous avons recueilli sur leur emploi des renseignements précis qu'il importe de porter à la connaissance des imprimeurs qui n'ont pas encore examiné cette question.

Quel que soit le mode suivi pour la conversion de la fécule en matière gommeuse, il est clair qu'on obtient un produit d'autant plus soluble que l'action de la chaleur a été plus intense, et que le produit est plus coloré, pourvu du moins qu'on

ne dépasse pas un certain degré qui carbonise une quantité trop sensible de fécule. Ces divers *numéros*, plus ou moins blancs, plus ou moins solubles, ont chacun leurs emplois spéciaux, mais c'est parmi les numéros d'un roux foncé que les imprimeurs ont trouvé le produit qui est le plus gommeux et qui offre le plus d'applications.

Ainsi, dans une des fabriques de Saint-Denis qui opère sur la laine, il a été constaté : 1° que la fécule torréfiée n° E, fabriquée par M. Guérin-Varry, se substituait avec un immense avantage à la gomme dans la plupart des cas, parce qu'elle en possède les propriétés et qu'elle épaissit beaucoup plus les couleurs et les mordants; 2° que les autres numéros l'emportent tous sur la gomme sous le même point de vue du pouvoir épaississant; 3° que, dans certains cas, ces numéros, plus blancs ou moins colorés, sont préférables à la gomme, précisément par le moins de fluidité, qui, aux yeux de bien des observateurs inattentifs, est peut-être un inconvénient.

Toutes les fois, en effet, qu'il s'agit d'imprimer *un fonds* sur une étoffe à l'aide de planches, on conçoit que la gomme plus fluide fait mieux raccorder les diverses portions de ce fonds, que la planche ajoute pour ainsi dire bout à bout; mais quand il s'agit de dessins détachés sur un fonds, de ce qu'on appelle *rentrures*, et surtout de petits détails de deux nuances, telles qu'il ne doit pas y avoir d'empiétement de l'une des deux nuances sur l'autre, la fécule torréfiée moins fluide est préférable à la gomme.

On a remarqué aussi, dans la même fabrique, que les dessins à traits délicats demandaient impérieusement l'emploi de la gomme-fécule, attendu que les lames de cuivre qui doivent imprimer, par leur bordure, les dessins que nous appellerions *linéaires*, ne peuvent se charger, sur ce bord tranchant, de couleur épaissie à la gomme proprement dite.

Quand on imprime au rouleau, la fécule-gomme est encore plus avantageuse; les fonds ne s'obtenant plus par des appositions successives de portions contiguës, la fluidité un peu plus grande de la gomme n'est plus une qualité essentielle. De plus, le rouleau est rayé, et la lame entamée par des corpuscules durs, tels que des particules de silex, qui se trouvent toujours dans

les gommes du commerce; le passage préalable au tamis ne fait pas entièrement disparaître cet inconvénient. Pour y parer, il faut laisser déposer le bain pendant quelques jours, et n'employer que le *clair*. Mais c'est là une perte de temps et d'argent.

La nuance trop prononcée de certains numéros de fécules-gommes empêche, il est vrai, de les employer dans les fonds de couleurs tendres, telles que le rose, le bleu tendre, le vert clair, etc., mais c'est là une bien faible partie des cas d'impression, et il est vrai de dire qu'*en général* il y a lieu à remplacer la gomme par les nouveaux produits.

L'objection que font ordinairement les imprimeurs et les marchands contre les fécules-gommes est la suivante : ces produits sont infiniment moins solubles que la gomme, et ils font précipiter les bains de couleur, au lieu de tenir en suspension la matière colorante; et, pour appuyer cette objection, les imprimeurs se bornent à soumettre de la gomme et de la fécule-gomme, mises en regard l'une de l'autre, à l'action de l'eau froide. Ainsi faite, la comparaison n'est certainement pas à l'avantage de la plupart des fécules-gommes blanches; certains numéros foncés paraissent seuls assez solubles, pourvu qu'on verse peu à peu le bain de couleur, et qu'on remue bien le out; mais c'est avec l'eau chaude qu'il faut opérer sur les numéros blancs, et alors on obtient une masse liquide, dont l'état est intermédiaire entre l'empois et la gomme proprement dite, qui ne dépose pas, fait, comme disent les ouvriers, *foisonner* considérablement les couleurs, et qu'on mélange à froid avec elle. On objecte aussi la fermentation des bains de couleurs épaissis à la gomme-fécule, fermentation qui, dit-on, s'opère au bout de quelques mois; mais avant que cette fermentation n'ait commencé, le bain de teinture sera consommé, et d'ailleurs l'addition d'une quantité presque imperceptible de certains sels minéraux empêche la fermentation, sans changer la nuance du bain. Ajoutons que la gomme elle-même finit par fermenter.

Une autre maison de Saint-Denis, qui a appliqué les fécules-gommes à l'impression sur laines, a réussi complétement dans l'épaississement des couleurs tendres avec les numéros les plus

blancs de ces fécules-gommes. La gomme ordinaire prend en effet, quand elle est dissoute dans l'eau, une couleur d'un jaune sale, qui, à elle seule, donne aux étoffes une nuance d'autant plus foncée que l'eau gommeuse est plus épaisse, et qui altère le lilas, le rose, le bleu clair et toutes les couleurs tendres. Les fécules-gommes blanches, moins solubles et moins fluides, il est vrai, que la gomme, ont donné des nuances plus fraîches et plus vraies. La même maison nous a fait remarquer un autre avantage des fécules-gommes. La nuance d'une couleur change dans la terrine de l'ouvrier à mesure que la gomme s'épaissit davantage avec le temps; et c'est pour cela qu'il arrive souvent que les longues pièces d'étoffes ont un bout du fond plus *monté* que l'autre; plus la chaleur de l'atelier est grande, plus cet effet est sensible; or les fécules-gommes conservent mieux leur état premier.

Certaines compositions ne peuvent s'allier avec la gomme, tel est le nitrate de fer, qui la fait coaguler; les fécules-gommes n'ont pas cet inconvénient.

Les fécules-gommes sont excellentes pour *rallier* les couleurs à l'amidon lorsqu'elles *caillebotent*.

Plus un bain est intense, moins il faut de fécule-gomme pour l'épaissir; aussi l'eau pure est-elle moins facile à gommer que les couleurs.

Le remplacement des gommes par les fécules-gommes est d'autant plus important, que les diverses chances du commerce, de la navigation, des discussions politiques, font éprouver au prix des gommes des variations fâcheuses pour notre fabrication. Ainsi, il y a deux ans, ce prix s'éleva de 50 p. 0/0. par suite de guerres qui avaient éclaté au Sénégal entre les indigènes. Pourquoi ne pas nous affranchir de ce tribut payé à l'étranger?

Une dernière considération nous reste à présenter: les gommes coûtent 200 fr. environ les 100 kilog., et souvent même beaucoup plus. Les fécules-gommes ne coûtent que la moitié de ce prix, et en outre épaississent beaucoup plus. On en trouve même d'une parfaite qualité à 90 fr. Nous ne saurions trop insister pour provoquer l'essai de cette matière dans tous les ateliers d'impression.

Les fécules-gommes ne remplacent pas moins avantageusement les gommes dans l'épaississement des couleurs et des mordants pour l'impression des toiles peintes, et dans certains cas de teinture. Plusieurs maisons de Paris les ont adoptées exclusivement pour les noirs sur soie. Voy. Leïocome et Toiles peintes.

Sainte-Preuve.

IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE. (*Législation.*)

NOTICE HISTORIQUE.

Avant la découverte de l'imprimerie, le corps des libraires se composait d'écrivains, de libraires, de relieurs, d'enlumineurs et de parcheminiers. L'écrivain, que l'on appelait *stationnaire*, copiait, sur les peaux, l'ouvrage que fournissait le libraire; le *parcheminier* préparait ces peaux; le *relieur*, mettait en volume les feuilles copiées; l'*enlumineur* peignait, relevait d'or bruni, en un mot, décorait le volume, qui retournait chez le libraire pour y être vendu. Ces libraires, que l'on nommait *clercs libraires*, étaient des gens *instruits en toutes sciences*, quoique alors ils ne fissent pas partie de l'Université.

Les éditions ne pouvaient être nombreuses, car elles exigeaient un travail long et pénible; les livres étaient rares et fort chers, et l'acquisition d'un volume se traitait comme celle d'une terre ou d'une maison. Ainsi, nous trouvons un contrat passé en 1332 par-devant deux notaires, et par lequel Geoffroy de Saint-Léger, clerc libraire, reconnaît et confesse avoir vendu, cédé, quitté et transporté, sous hypothèques, tous et chacun ses biens, et garantie de son corps même, un livre intitulé: *Speculum historiale in consuetudines parisienses*, divisé et relié en quatre tomes, couverts de cuir rouge, à noble homme, messire Gérard de Montagu, avocat du roi au Parlement, moyennant la somme de quarante livres parisis, dont ledit libraire se tient pour content et bien payé.

On peut juger, par cet état de choses, de la sensation profonde que produisit la découverte de l'imprimerie. Ses premiers résultats furent d'anéantir le métier d'*écrivain stationnaire*, qui faisait subsister plus de dix mille copistes dans les seules villes de Paris et d'Orléans; la science des manuscrits fut négligée, et c'est à cette circonstance qu'il faut attribuer la peine que l'on

éprouve à déchiffrer les manuscrits de la fin du XVIe siècle : ils sont à peine lisibles, tandis que ceux des siècles précédents sont tracés avec une précision et une délicatesse admirables.

Nous ne parlerons point ici de la découverte de l'imprimerie; nous n'aurions rien à ajouter à ce qui a été dit à cet égard, et d'ailleurs cela nous détournerait de l'objet de cet article. Nous dirons seulement que, frappés des immenses avantages que cette découverte devait amener pour les lettres et pour les sciences, les gouvernements apportèrent tous leurs soins à son perfectionnement ; ils ne s'occupèrent, dans le principe, qu'à encourager les hommes livrés à l'étude de cet art, qui devait changer la face du monde, en aidant si puissamment au développement de l'esprit humain.

Ainsi, à peine introduite en France, vers la fin du XVe siècle, l'imprimerie est admise, par lettres-patentes de Charles VIII, du mois de mars 1488, à participer, ainsi que la librairie, aux priviléges et aux prérogatives de l'Université; vingt-cinq ans plus tard, le 9 avril 1513, Louis XII confirme ces priviléges par la déclaration suivante, aussi honorable pour le corps qui en est l'objet, que pour le prince qui l'a rendue : « Les libraires » et imprimeurs, porte-t-elle, sont entretenus dans leurs fran- » chises, exceptions et immunités, pour la considération du » grand bien qui est advenu en notre royaume au moyen de » l'art et science de l'impression, l'invention de laquelle semble » être plus divine que humaine; laquelle, grâce à Dieu, a été » inventée et trouvée de notre temps par le moyen et industrie » desdits libraires; par laquelle notre sainte foi catholique a » été grandement augmentée et corroborée, justice mieux en- » tendue, et le divin service plus honorablement, plus curieu- » sement fait; au moyen de quoi tant de bonnes et salutaires » doctrines ont été manifestées à tout chacun, au moyen de » quoi notre royaume précède tous les autres. »

Cet acte, que l'on peut considérer comme le premier qui ait été relatif à la liberté de la presse, eut des conséquences fort importantes pour l'imprimerie; l'une des plus réelles fut d'exempter les écrivains et les imprimeurs du paiement d'un impôt de 30,000 livres tournois dont la ville de Paris se trouvait frappée.

Ces privilèges furent continués par les successeurs de Louis XII, et notamment par François Ier, sous lequel la discipline des libraires fut fixée pour la première fois. Mais les abus de la presse ne tardèrent pas à se faire sentir : des ouvrages licencieux, des livres qui ne cherchaient que le scandale, appelèrent bientôt la sévérité des lois, et, dans ces temps de pouvoir absolu, où ni les princes, ni les peuples, ne savaient se maintenir dans de justes bornes, les écrivains, les imprimeurs et les libraires furent l'objet d'excessives rigueurs, d'horribles châtiments; tandis que la faculté de Sorbone de Lyon suppliait le roi François Ier d'abolir l'imprimerie, Louis Berquin était brûlé vif pour avoir traduit les ouvrages d'Érasmes; quelques années après, on mettait à l'index les œuvres de Rabelais, l'imprimeur Dolet était pendu pour athéisme, et un édit du 27 mai 1558 défendait d'imprimer, « *sans exprès commandement ou* » *permission, aucun livre concernant la religion, à peine de con-* » *fiscation de corps et de biens.* »

En 1561, une ordonnance de Charles IX prononça, contre tous imprimeurs, semeurs et vendeurs de placards et libelles diffamatoires, la peine du fouet pour la première fois, et celle de la vie pour la seconde.

Le 10 septembre 1563, une ordonnance du même roi fit défense à toutes personnes de publier, imprimer, faire imprimer aucun livre, lettres, harangues ou autres écrits, soit en rhythme ou en prose; faire semer libelles diffamatoires, et à tous libraires d'en imprimer aucuns, sans permission dudit seigneur roi, sous peine d'être pendus et étranglés. En 1566, il fut défendu, sous les mêmes peines, de posséder chez soi aucuns livres, libelles ou écrits diffamatoires.

Ces actes, auxquels d'affreux supplices donnèrent une terrible sanction, témoignent de cette férocité de mœurs que la culture des lettres n'avait point encore adoucies, et se ressentent également des troubles civils et religieux qui déchiraient alors le royaume.

Ces dispositions furent en vigueur jusqu'au XVIIe siècle; un règlement de 1618, en considérant comme perturbateurs du repos public tous imprimeurs, libraires ou relieurs qui imprimeraient ou feraient imprimer livres ou libelles diffamatoires,

les punit par la privation et la déchéance de tous leurs priviléges et immunités, et les déclara incapables de pouvoir exercer jamais l'art de l'imprimerie et de la librairie.

La législation éprouva peu de changement jusqu'au XVIII[e] siècle; mais elle fut alors l'objet d'une révolution réelle, tout à l'avantage de l'imprimerie et de la librairie. Ces professions eurent leur code, qui resta en vigueur jusqu'à la promulgation de la constitution de 1791; il était composé principalement des arrêts du conseil des 28 février 1723, 24 mars 1744, 31 mars 1739 et 12 mai 1759.

Pour être reçu libraire et imprimeur, il fallait avoir au moins vingt ans, être de bonne vie et mœurs, de religion catholique, avoir justifié de son brevet d'apprentissage et de compagnonage, avoir subi un examen sur le fait d'imprimerie et librairie, sur les langues grecque et latine, en présence des syndics, adjoints et autres préposés, et avoir prêté serment entre les mains du recteur de l'Université.

Le commerce des livres était expressément défendu à toutes personnes autres que les libraires et imprimeurs, dont la profession était, du reste, distinguée et séparée des arts mécaniques.

Les libraires et les imprimeurs faisaient partie du corps de l'Université, et, comme tels, ils étaient exempts de toutes contributions, prêts, taxes, levées, subsides et impositions mises sur les arts et métiers.

Ainsi que nous l'avons dit, ces règlements furent en vigueur jusqu'à la promulgation de la constitution de 1791. Cet acte, en supprimant les brevets et lettres de maîtrise, et en accordant à toute personne la faculté d'exercer telle profession, art ou métier, qu'elle jugerait convenable, porta au commerce de la librairie et de l'imprimerie un coup funeste, dont elle ne commença à se relever qu'après la publication du décret du 5 février 1810, établissant la police à laquelle elle devait être soumise, et fixant le nombre, les droits et les prérogatives des imprimeurs et des libraires. Ce décret, modifié par celui du 11 février 1811 et par la loi du 21 octobre 1814, forme, avec quelques lois spéciales sur la liberté de la presse, et notamment celles des 17 et 26 mai 1819, 9 septembre 1822, 18 juillet 1828,

et avec les ordonnances royales des 24 octobre 1814 et 1er mai 1822, le dernier état de la législation sur l'imprimerie et la librairie.

Les dispositions suivantes ressortent de l'ensemble de ces règlements, dont nous ne pouvons ici que donner une analyse succincte.

LÉGISLATION ACTUELLE.

La législation actuelle a pour objet principal : 1° d'exiger des garanties suffisantes de moralité et de capacité de la part des personnes qui veulent embrasser les professions d'imprimeur ou de libraire ; 2° de prévenir les abus auxquels peut donner lieu l'exercice de ces professions, en ce qui concerne l'ordre public et les bonnes mœurs.

Le nombre des imprimeurs dans chaque département est fixé. A Paris, leur nombre doit être de quatre-vingts.

Nul ne peut être libraire ni imprimeur, soit en caractères mobiles, soit sur pierres lithographiques, s'il n'est breveté par le roi et assermenté. Cependant, à l'égard des presses lithographiques, il faut distinguer celles qui sont portatives ou d'une petite dimension, de celles qui, au contraire, ne sauraient être facilement déplacées. Aux termes d'une circulaire ministérielle du 16 juin 1830, les premières, destinées à des impressions privées de peu d'importance, peuvent être tolérées tant qu'elles ne servent qu'à cet usage, sans préjudice du droit de poursuite en cas d'abus.

Le brevet d'imprimeur et celui de libraire sont personnels ; néanmoins la veuve peut continuer l'exploitation de l'industrie de son mari sans autorisation nouvelle, tant qu'elle reste en viduité. Ajoutons à cette disposition, qui résulte d'un arrêt de la Cour de cassation, du 2 juin 1827, qu'un auteur peut vendre lui-même ses ouvrages au public sans avoir un brevet de libraire ; que les bouquinistes qui vendent dans leur domicile et les loueurs de livres, doivent avoir un brevet de libraire, et que les colporteurs doivent être également brevetés. Cependant il a été jugé par la Cour de cassation que l'article 11 de la loi du 21 octobre 1814, qui prescrit le brevet, n'étant sanctionné par aucune disposition pénale, on ne pouvait appliquer aucune

peine à cette contravention. Elle ne peut dès lors être poursuivie que par voie administrative.

Les brevets ne peuvent être accordés aux imprimeurs et aux libraires qu'après qu'ils ont justifié de leur capacité, de leur bonne vie et mœurs, et de leur attachement à la patrie et au souverain. Ces brevets sont délivrés par le ministre de l'intérieur, et doivent être enregistrés au tribunal civil du lieu de la résidence de l'impétrant. L'imprimeur prête serment devant ce tribunal de rien imprimer, et le libraire de rien publier de contraire aux devoirs envers le souverain et à l'intérêt de l'État.

Les brevets sont personnels, ainsi que nous venons de le dire; cependant on a toujours accordé aux imprimeurs et libraires d'une moralité éprouvée la faculté d'avoir un second établissement à titre de succursale, sous la condition qu'il sera toujours ouvert, comme les autres ateliers ou magasins, aux agents de l'administration. Mais cette succursale doit être dans la même commune que l'établissement principal, le brevet n'étant délivré que pour le lieu qu'il désigne. La loi serait, en effet, trop facilement éludée si un libraire pouvait en breveter un autre, et exploiter son privilége en tel lieu qu'il lui plairait de choisir. Ces principes ont été consacrés par un arrêt de cassation du 4 mai 1823; il n'y a d'exception à cette règle qu'en faveur des libraires ou de leurs commis qui fréquentent les foires, pourvu qu'ils ne dépassent pas le terme fixé; ils sont là sous la protection du droit commun des commerçants, dont aucune disposition spéciale ne les a exclus.

La profession de libraire peut être exercée concurremment avec celle d'imprimeur. Mais alors le libraire est tenu de remplir les formalités imposées à l'imprimeur, *et vice versâ*.

Les imprimeurs sont tenus d'avoir, à Paris, quatre presses au moins, et, dans les départements, deux.

Chaque imprimeur est tenu d'avoir un livre côté et paraphé par le maire de la ville où il réside, et d'y inscrire, par ordre de dates et sous une série de numéros, le titre littéral de tous les ouvrages qu'il se propose d'imprimer, le nombre des feuilles, des volumes, des exemplaires, et le format de l'édition.

Ce livre doit être représenté à toute réquisition aux commissaires de police, et visé par eux, s'ils le jugent convenable.

Ces dispositions s'appliquent aux estampes et aux planches gravées accompagnées d'un texte.

Nul imprimeur ne peut imprimer un écrit avant d'avoir déclaré qu'il se propose de l'imprimer. Il n'y a d'exception que pour les ouvrages dits *de ville*, ou *bilboquets*, c'est-à dire *ceux qui, imprimés pour le compte de l'administration, ou destinés pour des usages privés, ne sont pas susceptibles d'être répandus dans le commerce*. On assimile encore à ces ouvrages les factures, mémoires ou requêtes sur procès, lorsqu'ils sont signés par un avocat ou officier ministériel. Hors ces cas, tout doit être déclaré et déposé, même les ouvrages de la plus petite composition, tels que les almanachs, annuaires, recueils de contes, d'anecdotes, de prédictions, etc.; des alphabets et autres livres élémentaires de petites écoles; des pièces de circonstance, en vers ou en prose; des récits d'événements, chansons populaires et complaintes; des catalogues de fonds de librairie, de cabinets de lecture et de bibliothèques à vendre; des extraits de journaux; des actes administratifs ou judiciaires, imprimés pour compte particulier ou par spéculation; et généralement, enfin, tous les ouvrages qui peuvent intéresser l'ordre public. A cet effet, les commissaires de police doivent visiter fréquemment les ateliers d'imprimerie, se faire représenter le livre coté et paraphé des imprimeurs, et constater d'office toutes les contraventions. Si pourtant un ouvrage peu volumineux, relatif à un intérêt pressant et privé, avait dû être imprimé promptement, et si la clôture des bureaux n'avait pas permis de remplir de suite les formalités exigées, il y aurait lieu, dans ce cas, d'user d'indulgence. (Circulaire du ministre de l'intérieur, du 16 juin 1830.) Un arrêt de la Cour de cassation, du 29 mai 1823, a jugé que la musique gravée, accompagnée de paroles, était soumise aux mêmes obligations que tout écrit imprimé.

La déclaration dont nous venons de parler doit être faite, à Paris, au ministère de l'intérieur, et, dans les départements, au secrétariat des préfectures; l'imprimeur serait d'ailleurs puni comme coupable du défaut de déclaration, s'il imprimait

plus d'exemplaires qu'il n'en a annoncés dans sa déclaration.

En ce qui concerne les livres d'église et les instructions pastorales, ils doivent avoir la permission de l'évêque diocésain, et l'inscrire en tête de l'ouvrage.

Tout ouvrage peut être livré à l'impression une fois que la déclaration ci-dessus prescrite en a été faite; mais chaque exemplaire doit porter le vrai nom et la vraie demeure de l'imprimeur. Cette disposition ne souffre aucune exception, et est applicable à tout écrit imprimé.

Les règles que nous venons d'exposer concernent les formalités à remplir pour l'impression d'un ouvrage; mais la loi en a tracé quelques autres relatives à la mise en vente de cet écrit. Ainsi, un écrit imprimé ne peut être mis en vente, ni publié, de quelque manière que ce soit, avant le dépôt de deux exemplaires au ministère de l'instruction publique. Ces exemplaires y restent déposés, et le ministre fait dans ce dépôt un choix des ouvrages qu'il juge utile de répartir entre les bibliothèques du royaume et les divers établissements scientifiques, littéraires ou d'instruction publique. (Ordonnance royale du 1er septembre 1835.)

Dans les départements, ce dépôt est fait au secrétariat de la préfecture.

S'il s'agit de dessins, gravures, lithographies, médailles, estampes, emblèmes, de quelque nature et espèce qu'ils soient, indépendamment de la condition du dépôt de trois épreuves, ils ne peuvent être publiés, exposés ou mis en vente, sans autorisation préalable du ministre de l'intérieur, à Paris, et des préfets, dans les départements. (Loi du 9 septembre 1835.)

Cette autorisation est inscrite sur une épreuve qui demeure au pouvoir de l'auteur ou de l'éditeur, et qu'il est tenu de représenter à toute réquisition. Il remet à l'administration une autre épreuve, pour servir de terme de comparaison, et il y inscrit la déclaration qu'elle est conforme avec le reste de l'édition.

Le récépissé détaillé du dépôt délivré à l'auteur forme son titre de propriété, conformément aux dispositions de la loi du 19 juillet 1793.

Les publications dispensées de la déclaration préalable sont seules dispensées du dépôt.

Les imprimeurs et les libraires ne peuvent imprimer ni débiter les lois et les règlements d'administration publique avant leur publication par la voie du Bulletin au chef-lieu du département.

Toute importation de livres est soumise à l'approbation du ministre de l'intérieur ; aucun livre en langue française ou latine, imprimé à l'étranger, ne peut entrer en France sans payer un droit d'entrée. Cette disposition est applicable à tous les livres écrits en langues mortes ou étrangères, soit qu'ils aient été imprimés en pays étranger, soit qu'ayant été imprimés en France ils aient été réimprimés. (Loi du 27 mars 1817).

Ceux qui cessent la profession d'imprimeur, et généralement tous ceux qui, n'exerçant pas ladite profession, se trouvent possesseurs, propriétaires ou détenteurs de presses, fonte, caractères ou autres ustensiles d'imprimerie, les imagiers, dominotiers, et tapissiers, doivent, dans le délai d'un mois, faire la déclaration desdits objets : dans le département de la Seine, au préfet de police, et, dans les autres départements, au préfet. Les presses à cylindres, servant à tirer des copies, sont exceptées de cette disposition. Les contraventions à cette disposition sont punies d'un emprisonnement de six jours à six mois.

PÉNALITÉ.

Le brevet peut être retiré à tout imprimeur ou libraire convaincu, par un jugement, de contraventions aux lois et règlements.

Les imprimeries qui n'ont pas été déclarées au ministère de l'intérieur, et pour lesquelles il n'a pas été obtenu de permission, sont réputées clandestines ; elles doivent être détruites, et les possesseurs et propriétaires punis d'une amende de 10,000 f. et d'un emprisonnement de six mois.

C'est à l'administration qu'il appartient de faire exécuter le jugement qui ordonne la clôture de l'imprimerie ou de la librairie illégalement ouverte; et pour prévenir, autant que possible, le retour de cette infraction aux lois, l'autorisation du gouvernement est nécessaire pour toute vente ou transmission

à un tiers, à quelque titre que ce soit, d'une imprimerie ou d'une partie d'imprimerie. Les commissaires de police doivent veiller à ce que les presses et les caractères ne soient adjugés qu'à des imprimeurs, fondeurs ou autres, munis de brevets.

Si quelque autre personne s'en rendait adjudicataire, ils doivent dresser immédiatement procès-verbal, et suivre les objets pour les mettre sous le scellé; opération dont mention doit être faite dans l'acte de vente. Le scellé doit être maintenu jusqu'à ce que les presses aient été rétrocédées à des personnes ayant qualité pour les posséder. Afin de faciliter cette surveillance, le ministre de la justice a enjoint aux commissaires priseurs et autres officiers publics chargés de faire les ventes mobilières, de donner avis, à Paris, au ministère de l'intérieur, et, dans les autres villes, au procureur du roi, de toutes les ventes de presses, caractères et autres ustensiles d'imprimerie, auxquelles ils sont chargés de procéder.

Il y a lieu à saisie et séquestre d'un ouvrage : 1° si l'imprimeur ne représente pas les récépissés de la déclaration et du dépôt; 2° si chaque exemplaire ne porte pas le vrai nom et la vraie demeure de l'imprimeur; 3° enfin, si l'ouvrage est déféré aux tribunaux pour son contenu.

Le défaut de déclaration d'un ouvrage avant l'impression, et le défaut de dépôt avant la publication, sont punis chacun d'une amende de 1,000 fr. pour la première fois, et de 2,000 fr. pour la seconde.

Le défaut d'indication, de la part de l'imprimeur, de son nom et de sa demeure, est puni d'une amende de 3,000 fr. L'indication d'un faux nom et d'une fausse demeure est punie d'une amende de 6,000 fr., sans préjudice de l'emprisonnement prononcé par le Code pénal.

Les exemplaires saisis pour simple contravention aux dispositions ci-dessus sont restitués après le paiement des amendes.

Tout libraire chez qui il est trouvé, ou qui est convaincu d'avoir mis en vente ou distribué un ouvrage sans nom d'imprimeur, est condamné à une amende de 2,000 fr., à moins qu'il ne prouve qu'il a été imprimé avant la promulgation de la loi du 21 octobre 1814. L'amende est réduite à 1,000 fr., si le libraire fait connaître l'imprimeur.

Les contraventions sont constatées par procès-verbaux des commissaires de police, et déférées au tribunal de police correctionnelle.

Nous avons dit plus haut qu'aucune peine n'était prononcée contre le libraire qui exerçait sans brevet. Pendant long-temps on avait prononcé pour ce fait l'amende de 500 fr., portée par le règlement du 28 février 1823, et une ordonnance royale, rendue en Conseil d'État, le 1er septembre 1827, avait décidé en ce sens; mais, depuis, la jurisprudence des tribunaux a varié sur ce point, et un arrêt de la Cour de cassation, du 13 février 1836, a décidé que cette pénalité ne devait plus être appliquée, attendu que le règlement de 1723 avait été abrogé par les règlements postérieurs. Les libraires qui n'ont pas de brevets restent donc simplement soumis à des mesures administratives.

Les dessins, gravures, etc., mis en vente sans l'autorisation dont nous avons parlé plus haut, peuvent être confisqués, et le publicateur est condamné par les tribunaux de police correctionnelle à un emprisonnement d'un mois à un an, et à une amende de 100 fr. à 1,000 fr., sans préjudice des poursuites auxquelles peut donner lieu la publication, l'exposition et la mise en vente desdits objets.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les dispositions pénales auxquelles sont soumis les imprimeurs et les libraires dans l'exercice de leur profession. Nous n'avons rapporté que celles qu'il leur importe le plus de connaître, et nous avons évité d'aborder les discussions inextricables que fait naître l'application de cette législation, qui se ressent malheureusement des événements politiques au milieu desquels elle a pris naissance. Les délits de la presse et toutes les formalités imposées pour la publication des journaux ont été également écartés de cet article. Ce n'est pas que les imprimeurs ne soient fort intéressés à connaître cette partie de notre législation; mais c'est seulement sous le point de vue politique et dans des circonstances étrangères en quelque sorte à l'exercice habituel de leur profession.

Il nous reste à dire quelques mots de l'Imprimerie royale,

établissement qui a rendu des services réels à la typographie, et qui a puissamment contribué à ses progrès.

IMPRIMERIE ROYALE.

L'Imprimerie royale, que l'on a appelée pendant longtemps *Imprimerie du Louvre*, fut fondée par François Ier. Elle avait, jusqu'à l'année 1820, le privilége général d'exécuter toutes les impressions au compte de l'État; mais ce privilége a été supprimé par l'ordonnance royale du 12 janvier 1820. En conséquence, il est loisible aux ministres et chefs d'administration de s'adresser à elle ou de traiter avec tout autre imprimeur pour les impressions nécessaires à leur service.

L'Imprimerie royale est spécialement chargée de l'impression, de la distribution et du débit des lois, ordonnances, règlements et actes de l'autorité royale; du bulletin des arrêts de la Cour de cassation; du service des conseils du roi, du cabinet et des bureaux de la maison du roi, et généralement de toute impression prévue et réglée par l'ordonnance du 23 juillet 1823. Elle imprime les ouvrages de sciences et d'arts publiés aux frais du gouvernement, en vertu d'une autorisation spéciale du roi; elle se charge également d'imprimer aux frais des auteurs, sur autorisation spéciale du garde des sceaux, les ouvrages composés, en tout ou en partie, de caractères étrangers.

Les imprimeurs de Paris sont autorisés, par décision du ministre de la justice, à faire composer et imprimer à l'Imprimerie royale la partie des ouvrages qu'ils auraient entrepris dans laquelle il se trouverait des caractères orientaux ou quelques uns des signes particuliers qui existent dans la typographie étrangère de cet établissement. AD. TRÉBUCHET.

INCENDIE. (*Administration.*) L'incendie est mis par la loi au nombre des fléaux calamiteux, et, comme tel, se trouve, pour les mesures dont il peut être l'objet, en dehors du droit commun. Ici, en effet, il n'y a pas de règle générale que l'on puisse appliquer; on ne peut tracer à l'autorité les mesures qu'elle doit prendre, soit pour prévenir ces désastres, soit pour les arrêter; elle a à cet égard un pouvoir discrétionnaire qu'elle exerce comme bon lui semble, sous sa responsabilité personnelle: c'est à elle à prendre conseil des circonstances, de l'in-

tensité du mal, et à prescrire toutes les mesures qu'elle juge utiles dans l'intérêt de tous. On conçoit sans peine qu'il n'en peut être autrement. Aussi les lois des 16-24 août 1790 et 19-22 juillet 1791 chargent d'une manière spéciale les corps municipaux du soin de prendre les mesures nécessaires pour prévenir les incendies, et ces principes se trouvent reproduits dans l'arrêté du gouvernement, du 12 messidor an VIII, qui fixe les attributions du préfet de police.

Ce texte est le seul qui ait parlé des incendies en termes généraux, et c'est sur lui que l'autorité municipale appuie les règlements qu'elle juge utile de publier dans l'intérêt de ses administrés. Ces règlements varient suivant les lieux et suivant les industries, pour lesquels ils sont promulgués. C'est ensuite aux tribunaux appelés à prononcer sur les contraventions à ces arrêtés, à décider s'ils ont été rendus dans le cercle des attributions de l'autorité qui les a rendus, et s'ils rentrent réellement dans l'esprit des lois de 1790 et 1791 ; ainsi la Cour de cassation a décidé que les maires pouvaient, pour prévenir les incendies, défendre, dans les villes et bourgs, de couvrir aucun bâtiment en paille ou en roseau ; d'empiler le bois contre les murs des cheminées et maisons jusqu'à une certaine hauteur ; de bâtir ou réparer les maisons en bois ou colombage ; de placer les meules de grains à plus de 100 mètres des habitations, etc., etc.

A Paris, où les chances d'incendies sont plus fréquentes (1) que dans aucune autre localité, les mesures les plus sévères sont prises pour les prévenir ; ainsi, les fours, forges et usines qui exigent des fourneaux ne peuvent être établis qu'il n'en ait été fait au préalable une déclaration à la préfecture de police ; il en est de même des magasins ou entrepôts de charbon de bois, des chantiers de bois, des magasins ou entrepôts de houille, charbon de terre ou coke, qui, de plus, doivent être

(1) En 1836, le nombre des feux, à Paris, a été de 1,557, savoir : 1,360 feux de cheminée, 174 feux peu graves de chambre et autres, et 23 incendies violents. Ces incendies ont été occasionnés, savoir : 1,374 par imprudence, 3 par malveillance, 33 par des causes inconnues, 80 par des vices de construction, et 67 par accidents. L'évaluation approximative des dégâts qu'ils ont entraînés est de 364,376 fr. Ces chiffres sont à peu près les mêmes chaque année.

spécialement autorisés; il est défendu de faire le commerce en détail, soit de charbon, soit de falourdes, cotcrets et fagots, sans une permission; les détaillants ne peuvent avoir du feu dans les endroits où les bois ou charbons sont déposés; on n'y peut porter de la lumière que dans des lanternes fermées; les fourrages ne peuvent être déposés que dans des greniers ou sous des remises et des hangars fermés; ils doivent être placés à distance suffisante de tout tuyau de cheminée ou de poêle; les charrons, menuisiers, carrossiers et autres travaillant en bois, qui s'occuperaient en même temps de travailler le fer, sont tenus, s'ils exercent les deux professions dans la même maison, d'y avoir deux ateliers séparés par un mur, de manière que les étincelles de la forge ne puissent jaillir dans l'atelier où se travaille le bois. Il leur est défendu de déposer dans l'atelier aucun bois, recoupes ni pièces de charronnage, menuiserie ou autres, à moins que ce ne soient des ouvrages finis qu'on serait occupé à ferrer, et à la charge, au surplus, de les mettre dans un endroit séparé de la forge, en sorte qu'il ne reste dans ces ateliers aucune matière combustible pendant la nuit; il est défendu d'allumer des feux dans les halles et marchés, et d'y apporter aucuns chaudrons à feu ou réchauds, s'ils ne sont de petite dimension et couverts de grillages disposés de manière à prévenir tout danger; il est défendu de faire du feu sur les ponts, quais, à l'île Louviers, dans les chantiers, dans les places au charbon, sur les trains et sur les bateaux. Les réservoirs des spectacles doivent toujours être pleins d'eau, et les pompes attachées à ces établissements constamment en bon état; les propriétaires et principaux locataires des maisons où se trouvent des puits sont tenus de les nettoyer et de les entretenir de poulies solides, de cordes et de seaux toujours en état de servir; ils sont également tenus de tenir les pompes en bon état; les porteurs d'eau à tonneaux doivent remplir leurs tonneaux chaque soir avant de les rentrer, et les tenir pleins toute la nuit, etc.

Ces dispositions, jointes aux mesures prescrites lorsqu'il se manifeste un incendie, forment, pour la capitale, un ensemble de règlements qu'on chercherait en vain dans les archives des

autres villes, et qui servent journellement de modèle aux autorités de nos départements.

Nous avons dit, au commencement de cet article, que les lois de 1790 et 1791 n'avaient parlé des incendies qu'en termes généraux, et qu'on avait laissé à ce sujet un pouvoir discrétionnaire à la police locale; mais, dans un autre ordre d'idées, la loi s'est occupée de régler, autant qu'il était possible, les questions de responsabilité que ces événements font naître. Ainsi, le locataire répond de l'incendie, à moins qu'il ne prouve que l'incendie est arrivé par cas fortuit ou force majeure, ou par vice de construction, ou que le feu a été communiqué par une maison voisine; s'il y a plusieurs locataires, tous sont solidairement responsables de l'incendie, sauf la preuve qu'il a commencé dans l'habitation de l'un d'eux, auquel cas celui-là seul est tenu, ou que quelques uns ne prouvent que l'incendie n'a pu commencer chez eux; auquel cas ceux-là n'en sont pas tenus. (Code civil, art. 1733 et 1734.) Ajoutons que l'incendie de propriétés mobilières ou immobilières d'autrui, causé par la vétusté ou le défaut, soit de réparation, soit de nettoyage des fours, cheminées, forges, maisons ou usines prochaines, ou par des feux allumés dans les champs à moins de 100 mètres des maisons, édifices, forêts, bruyères, bois, vergers, plantations, haies, meules, tas de grains, pailles, foins, fourrages ou tout autre dépôt de matières combustibles, ou par des feux ou lumières portés ou laissés sans précaution suffisante, ou par des pièces d'artifice allumées ou tirées par négligence ou imprudence, est puni d'une amende de 50 fr. au moins, et de 500 fr. au plus (Code pénal, art. 458); que ceux qui ont négligé d'entretenir, réparer ou nettoyer les fours, cheminées ou usines où l'on fait usage du feu, et ceux qui ont violé la défense de tirer en certains lieux des pièces d'artifice, sont punis d'une amende de 1 à 5 fr. inclusivement (art. 471); enfin, qu'une amende de 6 à 10 fr. inclusivement est prononcée contre ceux qui, le pouvant, ont négligé ou refusé de faire le service ou de prêter le secours dont ils ont été requis en cas d'incendie (art. 475). Quant à l'incendie occasionné sciemment et volontairement, il constitue un crime punissable, dans certains cas, de la peine de mort. On peut consulter à cet égard l'art. 434 du Code pénal.

La législation sur les établissements dangereux, insalubres ou incommodes, donne à l'autorité les moyens nécessaires pour prévenir les incendies dans les manufactures soumises à cette législation. Toutefois, ces moyens sont indépendants des mesures extraordinaires dont ces mêmes établissements peuvent être l'objet en vertu des lois de 1790 et 1791; car, quoique le décret de 1810 et l'ordonnance royale du 14 janvier 1815 aient prévu les formalités à remplir pour leur formation et pour leur suppression, ils peuvent néanmoins être fermés sans l'observation de ces formalités, s'il est reconnu qu'ils présentent des dangers réels d'incendie. Dans tous les cas, ces établissements, et nous citerons notamment les artificiers, les distilleries, les fabriques où l'on fait usage de poudres fulminantes, les fabriques de bitumes, de briquets phosphoriques, de caramel, de vernis, d'encre d'imprimerie, les fonderies de métaux, le travail des résines, des goudrons, les fabriques d'huile, les usines à gaz, les fabriques de poudre fulminante, les fonderies de suif, les verreries, etc., etc., exigent, en ce qui concerne le danger du feu, les plus grandes précautions, et une surveillance spéciale. C'est ici que l'administration doit s'entourer de tous les éléments propres à la diriger dans l'appréciation des conditions qu'il importe de prescrire à ces usines. Sous ce rapport, les conseils de salubrité, et particulièrement celui de Paris, ont rendu de grands services à l'industrie par l'indication de nouveaux procédés propres à rendre, dans quelques unes de ces usines, les travaux moins insalubres, et surtout moins fréquentes les chances d'incendie. (Voy. ÉTABLISSEMENTS INSALUBRES, FORGES ET FOURS. AD. TRÉBUCHET.

INCENDIE. Les effets désastreux des incendies sont trop connus pour que nous devions chercher à en retracer ici le tableau; nous nous appliquerons à réunir ce qu'il peut être utile de bien faire connaître sur les moyens à employer pour combattre le développement de cet effrayant fléau, et porter d'utiles secours à ceux qui s'y trouvent exposés.

Les feux les plus fréquemment observés dans les grandes villes sont ceux qui se développent dans les tuyaux de cheminée par l'accumulation de la suie, provenant soit de l'absence

de ramonage, soit du manque de soin que les individus chargés de ce travail mettent à l'exécuter.

Si les parois du tuyau d'une cheminée étaient composées de matières bien solides et capables de résister à l'action d'une température élevée; qu'il n'y existât aucune fissure, qu'aucune portion de substance combustible ne se trouvât à proximité, la combustion de la suie dont ses parois seraient recouvertes n'offrirait aucun danger; c'est ce qui a lieu pour les conduites en fonte, que l'on ramone souvent en y mettant le feu. Mais le plâtre, qui s'altère par l'action de la chaleur, présente fréquemment des solutions de continuité, que l'incendie dévelope; et qui cependant était presque généralement seul employé autrefois pour la construction des corps de cheminées, est loin d'offrir la même sécurité; souvent aussi on trouve, malgré les règlements qui le défendent, quelques portions de bois limitrophes, et, dans beaucoup de cas, on en a même rencontré traversant les parois mêmes des cheminées.

Les constructions en briques, quoiqu'elles n'offrent pas autant d'assurances que la fonte, sont cependant de beaucoup préférables au plâtre et au moellon, et l'usage que l'on commence à en faire plus généralement est une des choses les plus utiles que nous ayons imitées de divers pays.

Lorsque le feu se manifeste dans une cheminée, si elle est munie inférieurement d'une trappe, on doit s'empresser de baisser celle-ci, pour intercepter la communication de l'air; ce moyen suffit, dans beaucoup de cas, pour arrêter l'incendie; mais si l'ouverture antérieure ne peut être close de cette manière, il faut pourvoir au moyen d'y parvenir; pour cela, on retire de l'âtre tout le feu qui s'y trouve, on étale sur l'ouverture un drap mouillé, que l'on maintient sur la tablette à l'aide de corps pesants, et on assure la fermeture en y appliquant une porte, une planche, une table ou tout autre corps de forme analogue et d'une grandeur convenable; sans cette précaution, les ouvertures que laisse le drap permettent à l'air de passer et d'activer l'incendie, et le courant produit est si violent, que le drap peut être entraîné dans l'intérieur de la cheminée. La combustion ne peut se produire sans air; en empêchant le cou-

rant ascensionnel, l'acide carbonique formé, et l'azote provenant de la portion d'air décomposé, remplissent suffisamment la capacité de la cheminée pour ne pas permettre aux matières enflammées de continuer à brûler.

Ce fait explique très bien ce qui se passe dans l'emploi du soufre : si au lieu d'enlever le feu de l'âtre, on l'y étale, et qu'on projette dessus 1 kilog., par exemple, de soufre, en fermant aussitôt la partie antérieure, le soufre brûle, absorbe l'oxigène, en formant du gaz sulfureux, qui éteint les corps en combustion. Ce moyen, essayé un grand nombre de fois, a fourni de très bons résultats; mais il faut qu'il soit, comme le premier, appliqué dès l'origine de l'incendie; plus tard, il ne produit presque plus d'effet.

Dans tous les cas, il est important de clore le plus exactement possible toutes les ouvertures qui peuvent donner lieu à un courant d'air.

Quand l'incendie est très intense et qu'il est urgent de détacher toute la suie enflammée, on place un drap mouillé sur l'ouverture de la cheminée, de manière qu'il pende tout autour, on l'assujettit sur la tablette avec des corps pesants, et le saisissant au milieu avec la main, on l'enfonce profondément et on le retire avec vivacité; cette espèce de pompe aspirante fait tomber une grande quantité de matières en combustion, que l'on éteint avec de l'eau, et qu'on extrait du foyer, et l'on recommence ainsi autant de fois qu'il est besoin.

L'introduction de l'eau par la partie supérieure devient souvent nécessaire; on la détermine par l'orifice même ou par une ouverture que l'on pratique sur l'une des parois.

Lorsque l'importance de l'incendie exige l'emploi des pompes, les hommes exercés au genre de manœuvres qu'elles nécessitent sont devenus presque indispensables; cependant, lorsque, dans une fabrique, par exemple, on est pourvu des moyens convenables, de bien utiles secours peuvent être administrés par le moyen de petites pompes.

Nous pensons qu'il sera utile de faire connaître ici les divers appareils et moyens nécessaires pour les secours à porter dans les incendies, en nous bornant à ceux dont l'expérience a sanc-

tionné l'emploi, en nous bornant pour les autres à une brève indication.

Les moyens de transport de l'eau sont un des objets les plus importants; les tonneaux employés à Paris renferment 3 hectolitres; ils sont montés de manière que leur centre de gravité est placé au-dessous de la ligne des brancards; par ce moyen, les hommes qui les traînent, très souvent à grande vitesse, n'ont autre chose à faire que d'exercer une traction, sans supporter aucune charge. Sur les brancards, on place une quantité considérable de seaux pour le transport de l'eau, dont la nécessité se fait presque toujours sentir dans tous les lieux où se développe un incendie.

Les seaux en bois et en métal, que l'on rencontre dans presque toutes les maisons, servent toujours utilement pour alimenter les pompes, mais leur poids et leur volume les rendent difficilement transportables.

On a beaucoup employé autrefois des seaux en osier, revêtus intérieurement d'une toile goudronnée, avantageux par leur légèreté, mais dont le volume ne permet pas le transport en grand nombre sur un tonneau ou une pompe, et qui d'ailleurs offrent cet inconvénient que l'anse n'étant pas flexible, une grande partie du liquide se trouve renversée avant que le seau parvienne au lieu de l'incendie.

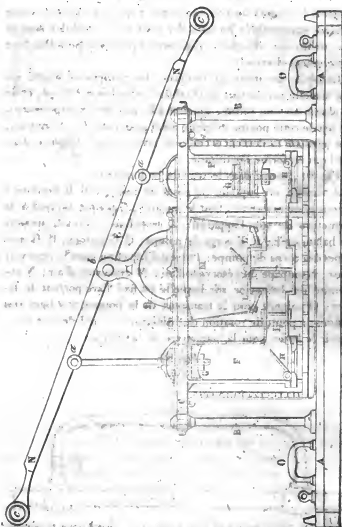
Des seaux formés d'un tissu de cordes de chanvre sont très légers et peuvent se plier en les affaissant sur eux-mêmes; on en place facilement un grand nombre sur un tonneau, et la flexion de leurs anses permet de déverser une moindre quantité de l'eau que l'on transporte en faisant la chaîne.

Les seaux de toile goudronnée ne sont pas exposés à perdre d'eau; on les conserve en les suspendant sur des perches, sous une porte, une remise, etc. Ceux en tissu de chanvre laissent d'abord passer une certaine quantité de liquide, mais ils s'abreuvent bientôt, et sont, par conséquent les plus avantageux que l'on puisse employer.

Lorsqu'il est nécessaire de faire parvenir de l'eau sur des parties élevées d'un édifice, ou d'inonder des murs ou d'autres portions de construction pour éviter que l'incendie ne s'y développe, il est nécessaire de faire usage d'une pompe d'une ma-

nœuvre facile et sujette à peu d'avaries. La fig. 61 représente celle que l'on emploie actuellement à Paris, et qui offre cet avantage, qu'on enlève facilement le corps de pompe et le

Fig. 61.



réservoir d'air, sans avoir autre chose à faire qu'à retirer les boulons qui les y fixent, et qu'elle ne porte aucune soudure.

Pour que l'eau parvienne facilement à la hauteur ou à la distance, quelquefois très considérable, qu'elle doit atteindre, on emploie le ressort de l'air comprimé pour la projeter de toute la force convenable; les tiges des pistons sont mobiles haut et bas sur un axe, afin qu'ils n'éprouvent pas de flexion dans leur mouvement alternatif.

La bâche en cuivre qui renferme les pompes est placée sur une semelle permettant de l'établir facilement sur le sol, et de la placer sur une voiture qui sert à la transporter rapidement. Le jeu de cette pompe exige un assez grand nombre d'hommes, qui agissent facilement à l'aide de leviers que l'on passe dans l'œil qui en forme l'extrémité.

Fig. 61, coupe dans le sens de la longueur.

A semelle sur laquelle est posée la pompe; B B boulons à écrous pour maintenir tout le système; C plaque servant à la fermeture de tout l'appareil; D croisillon servant de support au balancier E; F F corps de pompe; G G pistons; H H soupapes des corps de pompe; I tuyau d'injection dans le réservoir d'air; L soupape du réservoir d'air; M réservoir d'air; N extrémité du balancier sur laquelle est fixé l'arc portant le levier; O poignée pour le transport de la pompe; *a a* tiges des pistons; *b* point de rotation du balancier; *c c* œil destiné à recevoir le levier pour la manœuvre de la pompe.

Fig. 62.

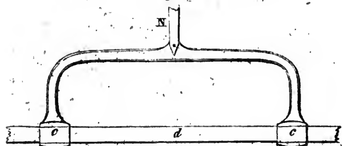


Fig. 62. N extrémité du levier servant à manœuvrer la pompe; *c c* œil pratiqué à chaque extrémité de l'arc adapté au levier;

d levier en bois que l'on passe dans chaque œil; un homme est placé au point *d*, les deux autres au-delà de *e c*.

Fig. 63.

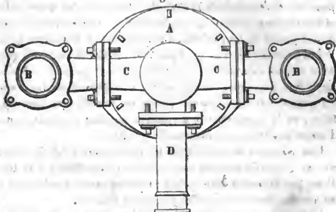


Fig. 63. Plan inférieur des corps de pompe et du réservoir l'air. A réservoir d'air; B B corps de pompe; C C tuyau conduisant l'eau de chaque corps de pompe au réservoir d'air; D tuyau conduisant l'eau dans les boyaux.

Fig. 64.

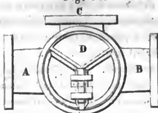


Fig. 64. Détails de la base du réservoir à air. A B tuyaux de communication avec les corps de pompe; D soupape servant à l'inductrotion de l'eau dans le réservoir; C tuyau efférent.

Lorsqu'un puits ou un réservoir en contre-bas du sol permet de fournir à la pompe la quantité d'eau nécessaire, on adapte à celle-ci un tuyau qui plonge jusqu'au-dessous du niveau de l'eau; dans le cas contraire, on alimente autant que possible la pompe au moyen d'une chaîne formée d'un assez grand nombre de personnes pour que chacune d'elles n'ait pas besoin de quitter sa place pour recevoir de celle qui la précède et pour passer à celle qui la suit le seau qu'elle reçoit, mais pas trop rapprochées cependant, afin d'éviter le choc des seaux et la déperdition d'une trop grande partie de l'eau, dont la totalité, malheureusement, n'arrive jamais à sa destination.

Pour diminuer les inconvénients que nous venons de signaler, il est d'une grande importance, autant que la chose est possible, d'organiser deux chaînes, l'une pour les seaux vides, et l'autre pour ceux qui sont pleins; il en résulte plus de rapidité et moins de fatigue dans l'administration des secours.

Les personnes qui ne sont pas habituées au service des pompes à incendie éprouvent une grande fatigue quand elles les manœuvrent, parce qu'elles s'attachent à soulever le piston comme à l'abaisser; le dernier mouvement est le seul que l'on doive faire, et le repos que l'on éprouve pendant cette alternative d'action facilite singulièrement le travail.

Une pompe à incendie dont les pistons ont 14c,5 de diamètre, et 29 centimètres de course, peut lancer 250 à 320 litres d'eau par minute à 26 mètres de hauteur, avec des boyaux de 16 mètres, étant manœuvrée par douze hommes.

L'eau doit pouvoir être lancée dans toutes les directions, et conduite sur tous les points où son action devient nécessaire; on y parvient en adaptant à la pompe des boyaux de 5 à 6 centimètres de diamètre, et d'une longueur convenable pour le but que l'on se propose. Les boyaux sont en cuir cloué ou cousu avec du fil de cuivre, ou en tissu de chanvre. Les premiers sont très bons, mais difficiles à confectionner, la clouûre exige des outils particuliers, et que ne savent pas bien manier tous les ouvriers; les boyaux de tissu s'altèrent facilement par les variations de sécheresse et d'humidité auxquelles ils sont soumis, et manquent très fréquemment par les coutures; ceux de cuir cousus avec le fil métallique sont presque seuls employés maintenant à Paris, et quand ils sont confectionnés avec soin et ménagés dans les magasins, ils offrent une longue durée; en les cousant, on doit éviter de serrer trop fortement le fil, qui est, sans cela, exposé à couper le cuir.

Lorsqu'un boyau se déchire dans quelque point pendant qu'il sert dans un incendie, il est indispensable d'y faire une ligature pour lui permettre de continuer son service; cette ligature offre souvent des difficultés; on les diminue de beaucoup en glissant jusqu'à l'endroit où elle doit être faite une feuille de tôle, formant un peu plus qu'un demi-cylindre, qui

enveloppe la partie déchirée, que l'on assujettit très facilement de cette manière avec la corde.

Les boyaux sont munis à l'une de leurs extrémités d'un pas de vis extérieur, et à l'autre d'un pas intérieur, qui s'ajustent facilement et avec rapidité. Ce mode de fermeture est très solide, et bien facile à manier. Tous les pas de vis sont semblables, et, à Paris, ils sont les mêmes que ceux des bornes-fontaines, dont on peut tirer un bien important parti quand il s'en trouve à proximité du lieu où l'on doit porter des secours.

Fig. 65.

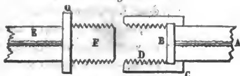


Fig. 65. A boyau en cuir; B rondelle; C boîte portant un pas de vis intérieur D; E autre boyau; G rondelle; F pas de vis intérieur s'ajustant sur le premier.

A l'extrémité des boyaux on adapte un ajutage conique, par le moyen duquel on dirige l'eau sur les points où elle est nécessaire; le jet est lancé avec une force d'environ quatre atmosphères, qui est nécessaire pour qu'il puisse détacher et faire tomber des portions de bois enflammé, etc.

A Paris, chaque pompe à incendie est munie de la clef des bornes-fontaines et de celle du robinet d'eau, moyen toujours bien important pour accélérer la distribution des secours.

MOYENS DE SAUVETAGE.

Un grand nombre de moyens de sauvetage pour les incendies ont été proposés ou employés; des échelles plus ou moins ingénieusement disposées et souvent décrites, comme celles de Regnier, de Kermarec, etc., ont pu rendre des services dans quelques cas; mais leur complication, les difficultés de leur transport et de leur mise en activité, leur prix et le peu d'occasions dans lesquelles on est heureusement obligé de s'en servir, devaient nécessairement en limiter l'emploi et surtout le nombre; il en résultait que, malgré leur utilité, on était à peine dans le cas d'en faire usage. Les moyens actuellement adoptés à Paris

semblent laisser à peine quelque chose à désirer pour toutes les conditions contraires, comme on va le voir.

Des échelles en frêne, de 4 mètres de longueur, portant 12 échelons, se repliant par moitié, portent à la partie supérieure un demi-cercle en fer de 38 centimètres de développement, afin qu'il puisse embrasser la tablette de la baie et s'y fixer solidement; l'échelon milieu et celui qui le précède et le suit sont formés d'un cylindre en fer creux; le premier sert de pivot à la garniture, dont l'extrémité donne passage à un boulon avec un écrou à oreille; quand on veut employer l'échelle, on l'ouvre en enlevant le boulon qui passait dans l'échelon supérieur, on le passe dans le deuxième au-dessous, et on l'assujettit en serrant le boulon.

Fig. 66.

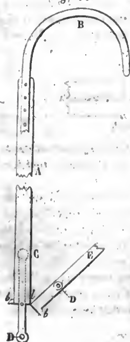


Fig. 66. A partie supérieure, E partie supérieure de l'échelle; B demi-cercle en fer; *b* échelon inférieur de la partie supérieure de l'échelle servant de point de rotation à la partie brisée; C position de la plate-bande quand l'échelle est fermée; D position de la plate-bande quand on veut ouvrir l'échelle, le boulon passe par l'œil D.

Fig. 67.

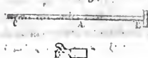


Fig. 67. Boulon servant à maintenir l'échelle. A corps du boulon; B tête; C pas de vis; D écrou à oreille.

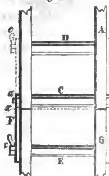


Fig. 68.

Fig. 68. Élévation de l'échelle. A partie supérieure de l'échelle; B partie inférieure; *x x* point de déploiement de l'échelle; C échelon du milieu servant d'axe de rotation au moyen du boulon *a a*; E échelon inférieur de la partie supérieure de l'échelle, dans lequel, au moyen du boulon *b* et de l'écrou à oreille *c*, on maintient la plate-bande F quand l'échelle doit être pliée; D échelon supérieur de la partie inférieure de l'échelle, servant, au moyen du boulon *b* et de l'écrou à oreille *c*, à maintenir la plate-bande F quand l'échelle est ouverte.

Quand il s'agit de porter des secours à des individus placés à la partie supérieure d'un édifice, ou d'en enlever des objets quelconques, le sapeur fixe son échelle sur la pierre d'appui de la baie du premier étage, en brisant les vitres au moyen de l'arc en fer, si la croisée n'est pas ouverte, et par son moyen il parvient à cette hauteur; il recommence de la même manière pour les étages supérieurs. Arrivé au point ou le sauvetage doit être exercé, il élève l'appareil de sauvetage proprement dit, dont la simplicité est aussi parfaite qu'il soit possible de le désirer.

Un sac de toile de 16 mètres, longueur suffisante pour que, fixé à l'étage le plus élevé d'un édifice, l'extrémité inférieure soit à peu près à la hauteur du sol, et d'un diamètre de 50 centimètres environ, porte à la partie supérieure un châssis formé de quatre fortes barres en bois, qui servent à en tenir l'entrée ouverte : deux sont plus longues que les autres, elles se rapprochent quand l'ouverture n'est pas béante; la partie inférieure du sac est fermée par une coulisse, et peut s'ouvrir à volonté; un petit cordage est fixé au châssis; l'un des sapeurs en tient l'extrémité, et quand il est arrivé à la baie où doit s'exécuter le sauvetage, il attire à lui la manche, l'introduit dans la baie en la déployant, pose les deux grandes barres en travers du tableau de la baie, et n'a besoin pour les fixer que d'arrêter la courroie qui y est attachée; les sapeurs placés sur le sol tiennent soulevée l'extrémité inférieure du sac; par l'ouverture supérieure, on introduit

les individus qu'il s'agit de sauver, et que l'on fait sortir en desserrant la coulisse inférieure ; le frottement qui s'exerce par le passage dans l'intérieur du sac, pourvu qu'on écarte un peu les coudes, suffit pour modérer le mouvement. Les objets dont le volume permet de les introduire dans le sac sont conduits à la partie inférieure de la même manière.

Deux hommes placés sur le sol soulèvent l'extrémité inférieure du sac, pour éviter le choc auquel pourraient être exposés les individus ou les objets qui y parviennent. Si la rue ou la localité est trop étroite pour que le sac puisse être tenu dans la direction même de la baie, on le maintient obliquement.

En cinq minutes, au moyen de l'échelle, deux sapeurs sont arrivés à l'étage supérieur d'un édifice, ont établi le sac, et un individu a pu descendre jusqu'au sol. On jugera facilement, par ce fait, qu'il est difficile d'employer un procédé préférable.

MOYEN DE PÉNÉTRER DANS LES FLAMMES.

Dans quelques circonstances, il peut devenir indispensable de traverser les flammes pour pénétrer dans un lieu quelconque, ou en sortir pour échapper à l'incendie ; les dangers éminents que courent les individus qui se trouvent dans cette position ont fait rechercher les moyens de les en préserver. Le professeur Aldini a fait l'application des tissus métalliques et de ceux d'amiante ou Asbeste à ce genre de préservation ; les résultats qu'il avait obtenus en Italie ont été complétés à Paris (Voy. *Annales d'hygiène*, janvier 1830) dans plusieurs expériences.

Un vêtement en amiante ou en drap rendu incombustible par le moyen de divers sels, comme nous le verrons plus loin, et qui est préférable à cause de son moindre poids, est formé d'un pantalon à pieds, d'une veste et d'un capuchon qui n'offre d'ouvertures que pour la respiration et la vision ; par-dessus, on place une armure en toile métallique, dont la partie supérieure porte un casque, et qui garantit entièrement toutes les parties du corps : voici l'expérience qui a été faite.

Deux haies de fagots et de paille, de 1 mètre de hauteur, sou-

tenues par des barres de fer, étaient placées à $1^m,5$ de distance, sur une longueur de 10 mètres; une ouverture était pratiquée de chaque côté, au milieu de la longueur, pour permettre au sapeur de sortir facilement au besoin. Quand le feu fut allumé sur toute l'étendue, quatre sapeurs, revêtus des armures préservatrices, parcoururent à plusieurs reprises la moitié de la longueur de la haie, sortant par l'ouverture qui s'y trouvait, longèrent extérieurement l'autre moitié de la longueur, et rentrèrent dans l'intérieur; l'un des sapeurs portait sur le dos une hotte garnie en toile métallique, et dans laquelle était renfermé un enfant de neuf ans, qui avait la tête couverte d'un capuchon en amiante.

Ces hommes restèrent deux minutes dans cette position; la température était si élevée qu'à plus de 5 mètres de distance la chaleur était insupportable; à leur sortie, les sapeurs étaient couverts de sueur, et se plaignaient de la chaleur violente que leur procurait le vêtement qui les recouvrait; mais l'un d'eux seulement avait éprouvé une brûlure légère à la jambe, par le contact de l'amiante avec l'enveloppe métallique, qui s'était pliée en cet endroit.

Le poil du drap de plusieurs parties du vêtement était grillé, et dans quelques points le tissu lui-même se trouvait assez profondément altéré, ce qui prouve bien que la flamme traverse de temps en temps la toile métallique, et que cette enveloppe doit avoir une assez grande capacité pour ne toucher en aucun point le vêtement.

On a remarqué que le capuchon de drap préparé avait fatigué beaucoup plus les sapeurs que celui d'amiante, et celui de laine tricotée beaucoup moins.

Les faits que nous venons de rapporter prouvent que l'on peut, au moyen des armures préservatrices, pénétrer au milieu même des flammes; et, des autres détails des expériences, il résulte que le poids des vêtements d'amiante fatigue beaucoup les hommes qui en sont revêtus, et que les vêtements de laine rendus incombustibles paraissent de beaucoup préférables.

L'armure métallique diminue la liberté des mouvements des sapeurs, et, si on en faisait usage, on devrait s'appliquer à les rendre plus mobiles.

Aldini avait ajouté à son armure un bouclier de toile métallique au moyen duquel on éloigne la flamme, et qui peut offrir de l'avantage pour traverser, par exemple, un pallier ou une petite distance, son poids peu élevé permettant de le manœuvrer avec la plus grande facilité.

APPAREILS POUR PÉNÉTRER DANS LES GAZ DÉLÉTÈRES.

Lorsqu'un incendie se développe dans une cave ou un autre lieu profond, la quantité d'acide carbonique qui se forme peut devenir telle qu'un homme qui y descendrait serait asphyxié ; d'ailleurs la masse de fumée dans laquelle il se trouverait placé rendrait bientôt la respiration presque impossible; il est donc d'une haute importance de trouver des moyens d'éviter ces dangers; il est vrai qu'en enveloppant le bas de la figure avec un mouchoir mouillé, on peut persévérer quelque temps de plus dans le lieu incendié, et les pompiers savent qu'en se courbant presque jusqu'au sol, ils ne sont pas incommodés par la fumée, en même temps qu'ils aperçoivent mieux les objets. Si l'air nécessaire à la respiration était pris dans cette couche pour arriver aux organes respiratoires, on pourrait plus facilement le priver des principes nuisibles qu'il pourrait renfermer; c'est ce qu'avait cherché un mineur anglais, nommé Roberts, qui avait imaginé d'envelopper la tête avec un capuchon en cuir, serré autour du cou par le moyen d'une courroie, et garni de deux oculaires en verre, et à la hauteur de la bouche d'un tuyau de cuir de 1 mètre environ de longueur, portant à son extrémité un renflement en tête d'arrosoir, dont le fond était recouvert d'éponges mouillées de lait de chaux, pour absorber l'acide carbonique et retenir en même temps les produits de la fumée.

Cet appareil fatiguait beaucoup ceux qui en faisaient usage, et ne pouvait d'ailleurs servir que peu de temps, parce que bientôt les éponges ne retenaient plus les gaz nuisibles.

Il est évident d'ailleurs que si l'atmosphère avait été privée d'une quantité assez considérable d'oxigène, la respiration n'y serait plus possible; car la chaux ou les matières quelconques employées ne pouvaient lui rendre son principe respirable. Faute de connaître la différence entre la nature des gaz irrespirables, Ro-

berts, croyant trouver dans l'emploi de son appareil un moyen de pénétrer sans aucun danger dans une atmosphère quelconque, aurait été exposé à périr, là où l'air aurait renfermé une trop grande proportion d'azote.

Lemaire d'Angerville avait proposé depuis long-temps un réservoir d'air comprimé, porté sur le dos par le moyen de bretelles, et communiquant par l'intermédiaire d'un tuyau avec la bouche, sur laquelle il est fixé par un ajustage convenable renfermant également le nez.

La quantité d'air que contient cet appareil est assez grande pour que la respiration s'effectue facilement pendant quelque temps; mais comme l'air expiré s'y mêle, il le rend après un certain temps impropre à la respiration, et l'individu qui le porte, outre la gêne que lui fait éprouver l'appareil dans divers mouvements, ne peut jamais éprouver cette assurance qui fait agir sans crainte, parce qu'il ne peut jamais savoir combien de temps lui durera la provision d'air qu'il transporte, ce qui est un grand inconvénient, car la crainte d'en manquer doit paralyser une partie de ses moyens.

Après diverses tentatives plus ou moins heureuses, le chevalier Paulin, colonel des sapeurs-pompiers de Paris, a adopté un appareil qui présente de très grands avantages, et dont on a eu déjà l'occasion de vérifier, à un assez grand nombre de reprises, toute l'utilité.

L'appareil se compose d'une casaque en cuir, portant un capuchon qui enveloppe complétement la tête; à la place d'oculaires, qui ne permettaient aux sapeurs que d'apercevoir les objets placés directement devant eux, M. Paulin a substitué une lame de verre courbée qui garnit la partie antérieure du masque, et laisse libre de voir, par un simple mouvement de l'œil, tout ce qui se trouve dans le lieu où le sapeur se trouve placé; des courroies serrées autour des poignets retiennent les manches, une ceinture assujettit la casaque autour des reins, et des sous-cuisses, que le Conseil de salubrité a engagé M. Paulin à ajouter à son appareil, empêchent qu'il ne se soulève; sur la partie latérale gauche se trouve un ajustage sur lequel on visse un boyau de la pompe à incendie, par le moyen duquel, en laissant cette pompe vide, on injecte dans le vête-

ment de l'air qui enveloppe le corps du sapeur, et lui permet, quelle que soit la nature de l'atmosphère dans laquelle il se trouve placé, de respirer toujours de l'air neuf; et qui, en outre, gonflant la casaque, rafraîchit continuellement le corps, et permet au sapeur de rester long-temps au milieu du foyer de l'incendie sans en être incommodé. Dans l'une des expériences faites en présence d'une commission chargée de suivre les essais de cet appareil, on avait brûlé, dans une cave assez profonde, une grande quantité de bois, de paille, de résine et de soufre, au milieu desquels un sapeur est resté plus de vingt-cinq minutes, et d'où il n'a été obligé de sortir que par la trop violente chaleur qu'il ressentait aux cuisses et aux jambes, qui n'étaient pas préservées.

Fig. 69.



Fig. 69. A lame de verre courbée pour la vision; B sifflet pour les signaux; C raccord pour le boyau à air; D collet empêchant le tiraillement du boudin; E bracelets, F sous-cuisses; G boyau à air; H boyau à eau; K ceinture; M lampe.

Ce que l'on peut signaler de plus important dans cet appareil, c'est sa grande simplicité, la facilité de son emploi, et surtout le grand avantage de ne pas obliger au transport de machines volumineuses, difficiles à mouvoir, et de pouvoir, au contraire, se servir d'une pompe à incendie, qui se trouve toujours là où un incendie se développe, et, par conséquent, être employé dans toutes les occasions.

On pourrait rendre cet appareil plus avantageux encore en y adaptant un pantalon qui préserverait les membres inférieurs de l'action d'une forte chaleur, et permettrait au pompier de rester plus long-temps dans le foyer de l'incendie.

Le sapeur revêtu de l'appareil a tous ses mouvements parfaitement libres, la vision facile; armé d'une lance à eau qu'il conduit avec lui, il peut attaquer facilement le point incendié, et si une chûte ou quelque autre cause l'oblige à solliciter des secours, le tuyau qui lui fournit de l'air sert de cordage pour le retirer. Il est tranquille parce qu'il sait que l'air ne peut lui manquer, et, par conséquent, il n'éprouve aucune crainte, et cette assurance morale n'est pas l'un des moindres avantages que l'emploi de cet appareil présente.

Dans divers feux de caves, où une grande quantité de matières grasses brûlaient, et qui, par les vapeurs qu'elles dégageaient, comme par la nature de l'air qui provenait de leur action, n'auraient permis à aucun individu de subsister, des sapeurs ont porté, presque sans aucune fatigue, des secours qu'aucun des moyens employés jusque là n'aurait permis de fournir.

La facilité du transport de cet appareil sur les voitures, la rapidité avec laquelle le sapeur peut en être revêtu, ne sont pas les moindres avantages que présente son emploi.

M. Paulin a imaginé d'adapter à son appareil une lanterne que le sapeur attache à sa blouse, et qui lui permet de se diriger dans des lieux obscurs et remplis de gaz impropres à la combustion; cette lampe est alimentée par un petit boyau, fig. 70.

Fig. 70.

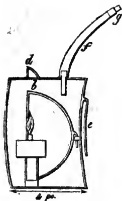


Fig. 70. Lampe : *b* réflecteur ; *d* cheminée ; *f* tuyau adapté à la blouse pour fournir de l'air à la lampe ; *g* raccord du boyau de la lanterne avec la blouse.

Pour que le sapeur puisse répondre aux signaux qui lui sont donnés, et avertir du danger auquel il pourrait être exposé, ou donner des signaux, un sifflet, adapté à la hauteur de la bouche, est tellement disposé qu'il peut lui servir à fournir les sons accoutumés, sans être exposé à respirer la fumée ou les gaz délétères. Les courroies qui serrent les manches et la ceinture laissent facilement passer l'excès d'air injecté dans la casaque, sans qu'il puisse y pénétrer d'air vicié ; le gonflement produit par l'insufflation de l'air laisse le sapeur dans une atmosphère d'air frais, qui lui permet de n'être pas fatigué par l'échauffement de l'enveloppe dans laquelle il se trouve renfermé.

Cette facilité de pénétrer et de rester pendant un très long temps dans les gaz les plus délétères a permis à des individus de descendre dans des cavités profondes, sous le sol, où se trouvait enfouie une grande quantité de *drèche*, dont la fermentation avait fourni une atmosphère de gaz carbonique, qui se renouvelait au fur et à mesure de l'enlèvement des matières, sans qu'ils aient ressenti la moindre incommodité.

La seule précaution que l'on ait à prendre, est de s'attacher à ne former aucun nœud avec les boyaux, afin que l'air puisse passer avec toute liberté.

On sent facilement combien les sous-cuisses adaptées à l'appareil sont avantageuses pour éviter qu'il ne remonte jusque sous les bras si on était obligé de retirer le sapeur avec le boyau adapté à la casaque.

M. Paulin a également fait servir son appareil pour les ouvriers exposés à l'action de vapeurs ou de gaz délétères, comme les doreurs sur métaux. Le seul inconvénient que présente cette application consiste en ce que l'ouvrier, libre d'ailleurs de tous

ses mouvements, est obligé de rester renfermé dans une enveloppe qui lui permet difficilement de communiquer avec les autres par le moyen de la parole, et que, pour obtenir l'insufflation, il faut nécessairement avoir une force motrice : dans un atelier où cet appareil a été employé, l'homme mettait en mouvement un soufflet par le moyen d'une pédale, et dans un autre le soufflet était mu par une roue à chien.

Malgré les avantages que cette application peut présenter, nous croyons que la forge de M. d'Arcet (Voy. Doreur) est de beaucoup préférable, parce que toutes les vapeurs sont enlevées de l'atelier au moyen de l'appel, tandis qu'ici elles s'y répandent, et si elles n'agissent pas sur le doreur, elles continuent de pouvoir agir sur les autres ouvriers de l'atelier. Dans notre opinion, cette considération est d'une grande importance, parce qu'elle inspire une fausse sécurité aux ouvriers. Nous croyons qu'il serait bien préférable, si on adoptait l'usage d'une ventilation forcée, de l'employer à produire sur la cheminée un appel très vif, réservant l'appareil Paulin, par exemple, pour le travail de quelques pièces d'une grande dimension, que l'on ne pourrait pas placer sur la forge, et qui offriraient alors de grands dangers pour les ouvriers.

Dans tous les cas, l'appareil Paulin peut être utilement appliqué à un grand nombre d'usages que l'expérience indiquera; par exemple, dans les boyaux de mines remplis de gaz délétères; à fond de cale dans les navires, etc. Une modification que lui a fait subir récemment son auteur le rend même applicable aux travaux sous l'eau, et de beaucoup supérieur à la cloche du plongeur, parce que l'homme, pouvant agir librement, est dans le cas de se livrer à des travaux que l'emploi de la cloche ne lui aurait pas permis. L'appareil consiste alors en un casque en ferblanc, muni, comme celui de cuir, d'une forte pièce de verre; une large bande en cuir descend jusque sur les épaules, et sert à envelopper un collier d'éponges recouvertes d'un cuir mince, qui suffisent pour empêcher la pénétration de l'eau, sans produire de pression sur le larynx; une courroie serre cette garniture autour du cou. L'insufflation de l'air a lieu par le moyen d'un boyau de 2c,70, qui s'adapte au-dessus du casque; le casque est fixé à la ceinture par des courroies qui l'empêchent de fatiguer la tête,

et permettraient de retirer l'homme par le moyen du boyau sans que le cou souffrît aucune pression ni la tête aucune traction; à la partie antérieure du masque se trouve un tube garni d'une soupape, par lequel l'homme peut expulser l'air expiré, pour éviter que le froid extérieur ne fasse déposer de l'humidité sur la surface interne de la lame de verre et n'obscurcisse la vision. Pour se maintenir sans efforts au fond de l'eau, l'homme place ses pieds sur des semelles de plomb fixées à des courroies qui les attachent à la ceinture; par ce moyen, dans diverses expériences, un pompier, qui a fait ces essais, a pu rester une demi-heure à une profondeur de plus de 3 mètres sans éprouver de fatigue, et y exécuter toutes sortes de travaux en se transportant à toutes les distances comprises dans l'étendue de son boyau d'air; il peut même écrire sur une ardoise, qu'il envoie à un signal qu'il donne par le moyen d'un cordage; il est indispensable que ce cordage soit suffisamment fixé, pour que cet homme puisse être retiré en cas de besoin; pour se débarrasser de ses patins, il lui suffit de se baisser un peu et de détacher les crochets de sa ceinture.

Pour que l'ouvrier puisse travailler dans l'eau pendant l'obscurité, M. Paulin a imaginé de le munir d'une lanterne qui peut brûler au sein du liquide; elle consiste en une cavité en ferblanc, garnie d'un verre semi-cylindrique; l'ouverture du fond sert à introduire une lampe à mèche ronde, qui y est maintenue au moyen d'un mouvement de baïonnette, et se ferme avec un pas de vis pratiqué sur une double boîte remplie de plomb, et percée d'ouvertures qui permettent à l'air de pénétrer entre les deux fonds. Au-dessus de la lampe est placé un boyau servant au dégagement de l'air vicié; latéralement s'en trouve un autre qui vient s'ouvrir au-dessous d'un diaphragme percé d'un grand nombre de trous qui divise l'air affluant: le tuyau afférent sert à l'introduction de l'air, il s'ouvre dans l'air; le tuyau efférent communique avec une petite pompe aspirante mue par le même levier que la pompe foulante ou le soufflet servant à l'injection de l'air dans le casque. Aussitôt que la lampe est allumée, il faut la plonger dans l'eau, afin d'éviter que le verre ne s'échauffe, ce qui le ferait briser.

DE QUELQUES MOYENS DE DIMINUER LES CHANCES D'INCENDIE.

Si le bois employé dans les constructions pouvait être rendu moins combustible, on diminuerait beaucoup les chances d'incendie ; mais il ne faut pas croire que l'on puisse le placer dans de telles circonstances qu'exposé à l'action de la chaleur il ne puisse plus propager le feu, parce que si, pénétré de diverses substances, il se consume ensuite sans combustion rapide, les gaz qui s'en dégagent par l'action de la température à laquelle il se trouve placé, fournissent un élément à la flamme ; cependant, malgré cette circonstance, le bois préparé convenablement offre déjà des chances très favorables en cas d'incendie.

Plusieurs sels, particulièrement l'alun, le borax, le phosphate d'ammoniaque, rendent assez incombustibles les matières qu'ils imprègnent, la gaze elle-même, pour qu'en les plaçant au milieu d'un brasier elles se détruisent sans brûler.

Pour la construction du théâtre de Munich, on a préparé tous les bois avec un silicate de soude, ou VERRE SOLUBLE, indiqué par Fuchs. Malgré les critiques qui ont été faites de ce procédé, il paraît avoir procuré de bien réels avantages.

Les toiles préparées par le moyen de ce verre soluble ou de sels ont paru offrir toujours l'inconvénient d'attirer l'humidité, ce qui, pour les décorations, par exemple, offre de très grands inconvénients. Une commission du Conseil de salubrité de Paris est en ce moment chargée d'examiner les produits préparés pour ce but par divers procédés ; nous ferons connaître, à l'article TISSUS INCOMBUSTIBLES, les résultats qu'elle aura obtenus.

Les théâtres sont exposés à de très grandes chances d'incendie ; c'est plus particulièrement sur la scène que le feu se développe, et quand il a acquis un certain degré d'intensité, il n'est plus possible d'en éviter la propagation aux autres parties de la salle, qu'il faut abandonner à une destruction inévitable, en cherchant seulement à préserver les bâtiments limitrophes.

On a imaginé, au théâtre de l'Odéon et au grand théâtre de Vienne, de construire un mur épais, séparant la salle en deux parties, et de placer un rideau de tôle à l'aplomb de la scène,

afin d'isoler complétement les deux parties. Ce moyen, bon en apparence, ne servirait, en réalité, qu'à propager l'incendie par la chaleur qu'acquérerait la tôle, tandis qu'un rideau de TOILE MÉTALLIQUE *à grandes mailles* offre de grands avantages.

M. d'Arcet a vu, au premier incendie de l'Odéon, que le feu s'est propagé rapidement au théâtre, sans qu'il y eût de fumée dans la salle, et il put rester très long-temps dans une loge sans être incommodé par la chaleur; la scène était en feu, que la salle était encore intacte, quand une pièce de bois tomba du côté gauche du cintre, par-dessus la rampe, dans l'orchestre, et vint mettre le feu à quelques banquettes du parterre; le courant d'air qui affluait sur la scène était si rapide, que la fumée se dirigeait horizontalement, et que l'incendie du parterre faisait peu de progrès : à peine s'il se répandit de fumée dans la salle pendant une demi-heure, malgré que tout le parterre fût incendié.

Dans une salle de spectacle munie d'un rideau de toile métallique, le feu prenant aux décorations, et ne pouvant être éteint, il faudrait fermer la cheminée d'appel au-dessus du lustre, baisser la toile métallique, ouvrir toutes les portes du vestibule, des corridors et des loges inférieures; ouvrir les volets de la cheminée d'appel de la scène, et casser à coups de pince ou autrement les carreaux des parties élevées des étages supérieurs de cette partie du bâtiment. Il s'établirait un courant d'air qui passerait par la salle et la toile métallique, pour affluer sur la scène; il faudrait alors hâter autant que possible la chûte des combles enflammés, pour éviter l'altération des murs.

Des pompes dirigeraient pendant ce temps une quantité d'eau suffisante sur la toile métallique, pour la refroidir, et sur les objets enflammés qui pourraient la traverser, pour les éteindre. Des soins particuliers devraient être donnés sur la scène pour éviter que quelque pièce de bois ne vînt tomber sur la toile; par ce moyen, on bornerait l'incendie à la partie que l'on n'aurait pu sauver. On agirait en sens inverse, s'il s'agissait de sauver la scène.

L'adoption du rideau de toile métallique a été prescrite par l'autorité pour les théâtres de Paris, à mesure que des con-

structions fourniront le moyen de l'y adapter. C'est une amélioration d'une grande importance.

Une des causes les plus graves et les plus imminentes de propagation d'un incendie sur la scène consiste dans les décorations et surtout les ciels et les pièces de fond qui la transmettent avec une grande rapidité jusqu'aux combles, où une fois déterminé il n'est plus possible d'en borner les effets. Les décorations peuvent être assez facilement enlevées, mais les pièces de fonds et les ciels, fixés à la partie supérieure, ne seraient susceptibles d'être retirés qu'en coupant les cordes qui les soutiennent. Jusqu'ici ils étaient maintenus par le moyen d'un crochet A, fig. 71, fixé avec des vis sur une plaque attachée elle-même après une traverse en bois C; le nœud de la corde D passait sur le crochet, et était empêché d'en sortir par le moyen d'un ressort E. Quand l'incendie gagnait la scène en se développant sur un ciel, par exemple, il aurait fallu, au moyen d'une lance attachée à l'extrémité d'un long manche, aller couper successivement toutes les cordes, ce qui exigeait un temps que l'on ne pouvait espérer, ou exposer les sapeurs à de grands dangers, sans permettre de détruire immédiate-

Fig. 71.

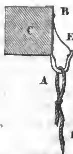


Fig. 72.

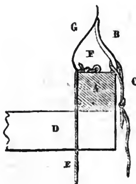
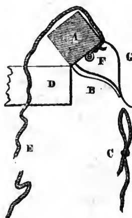


Fig. 73.



ment cette cause flagrante d'incendie, ou diriger sur ces toiles une lance dont l'eau avait la plus grande peine à atteindre les parties enflammées.

M. Cuiller vient d'apporter au mode de suspension une modification d'une haute importance, dont l'extrême simplicité augmente encore le mérite. Sur une pièce de bois A, fig. 72 et 73, d'une longueur convenable pour soutenir une ou plusieurs pièces, est fixée une tige de fer B légèrement courbée, et sur laquelle passe le nœud de la corde C. La pièce de bois repose sur une traverse D, et, pour l'empêcher de basculer, une corde E s'y trouve fixée en un point F, et se trouve maintenue par un moyen convenable à la partie inférieure; le ressort G sert à maintenir un instant la corde quand on veut faire tomber la décoration. Si un incendie se développe, il suffit de couper la corde E, la pièce A bascule, la corde C soutenant tout le poids de la décoration, n'étant plus retenue que par l'action du ressort G sur la tige B, abandonne ce point de suspension, et la décoration tombe. Les choses sont disposées de manière qu'une seule corde commande plusieurs pièces; il ne faut qu'un temps très court pour débarrasser toute la partie supérieure des objets combustibles qui l'encombraient.

M. Cuiller a pris un brevet d'invention pour cet ingénieux appareil.

On a proposé à plusieurs reprises de se servir, pour éteindre les incendies, d'eau tenant en suspension ou en dissolution diverses substances destinées à diminuer ou anéantir la combustion, en s'appliquant à la surface des corps incendiés ou exposés à s'enflammer. Malgré quelques résultats qui ont semblé présenter des chances de succès, on n'a réellement obtenu aucun résultat positif, et ces moyens, en les supposant bons, n'auraient jamais qu'une application extrêmement restreinte, parce qu'au moment d'un incendie il serait presque toujours difficile, et souvent même impossible, de s'en procurer, au moins des quantités suffisantes. C'est pour cela que nous ne nous occupons pas avec détail de ces moyens; nous devons dire cependant que si, dans une localité où se développerait un incendie, on avait également à sa disposition et également facile à employer, de l'eau de rivière ou d'autres sources, et

de l'eau salée, la dernière pourrait être employée avec avantage.

Dans quelques circonstances, chez des pharmaciens, des droguistes, dans des magasins ou entrepôts, par exemple, des substances, soit par leur très grande combustibilité, soit par les produits auxquels elles donnent naissance, soit enfin par l'impossibilité d'en arrêter la combustion par le moyen de l'eau, exigent quelques moyens particuliers. Le phosphore, la résine, le soufre, fournissent des vapeurs qui empêchent absolument de pénétrer dans le lieu incendié. Le premier surtout est dans ce cas; actuellement, au moyen de l'appareil du colonel Paulin, le sapeur peut sans danger, sous ce rapport, porter tous les secours nécessaires. Dans le cas où l'on n'aurait pas à sa disposition cet important appareil, on n'aurait autre chose à faire, dans ce cas, que d'inonder le local incendié, en même temps que l'on en fermerait toutes les ouvertures aussi exactement que possible; mais les huiles non seulement ne sont pas éteintes par l'eau, mais peuvent même transporter l'incendie, en flottant à la surface; on les éteints en projetant dessus de la terre, du sable ou d'autres matières analogues, qui s'y mêlent et empêchent le contact de l'air avec elles.

H. Gaultier de Claubry.

INCRUSTATIONS DES CONDUITES d'EAU. (*Hydraulique.*) Lorsque les eaux que transportent des conduites de tuyaux en plomb ou en fonte laissent déposer dans leur trajet quelque substance solide, la proportion toujours croissante de ce dépôt arrive jusqu'au point d'interrompre complétement le passage du liquide. Plusieurs exemples de ce fait se sont présentés pour les eaux d'Arcueil, qui renferment une quantité considérable de carbonate de chaux dissous par l'acide carbonique. Le carbonate, déposé sous forme de couches, exige quelquefois le renouvellement de la conduite. Il y a quelques années, un accident de ce genre étant arrivé à une conduite en plomb qui donnait passage à de l'eau d'Arcueil, la dépense de renouvellement étant évaluée à plus de 3,000 fr., l'administration des hospices, qu'elle concernait, reculait devant une dépense aussi forte; M. d'Arcet opéra le dégagement complet des tuyaux pour moins de 300 fr., par le moyen de l'acide hydrochlorique, que

l'on y introduisait avec un entonnoir en plomb, adapté à l'origine de la conduite; l'opération dura cinq jours seulement, et n'occasionna aucun mouvement de terres. L'acide réagit successivement sur toutes les parties de l'incrustation, et quand elles furent détruites, s'écoula par l'ouverture qui devait donner passage à l'eau : c'est un exemple utile que l'on pourrait imiter dans diverses circonstances analogues.

Plusieurs opérations du même genre ont été faites dans diverses localités, même pour des conduites d'eaux minérales, par exemple, à Bourbonne-les-Bains.

On a remarqué à plusieurs reprises, dans des conduites en fonte, des incrustations d'un autre genre qui ont donné lieu à quelques observations curieuses.

Une conduite en fonte, établie en 1825, à Grenoble, était formée d'assemblage de tuyaux de $0^m,275$ de diamètre, et de $2^m,56$ de longueur, sur une étendue de 3,200 mètres; le volume d'eau fourni par minute était de 1,431 litres; les tuyaux avaient été rejointoyés avec un mastic de 98 limaille de fer, 1 soufre, 1 sel ammoniac, et le système muni de compensateurs liés avec des viroles de plomb et des cordes goudronnées; il est plongé dans l'eau sur une partie de sa longueur, et recouvert, dans le reste de sa longueur, de 1 mètre de terre.

Les eaux qui passèrent d'abord dans les tuyaux étaient ocreuses; peu de temps après, on aperçut à la surface extérieure d'un tuyau vertical qui aboutit au Château-d'Eau, des tubercules d'oxide de fer adhérentes; ils grossirent peu à peu, prirent le volume d'un grain de millet, d'une lentille, d'un pois, et parvinrent à une dimension de 10 à 14 millimètres. On avait cru que cet effet, observé extérieurement, pouvait être dû à quelque cause accidentelle; mais un jaugeage opéré en 1833 prouva que la quantité d'eau était descendue de 1,451 litres à 680. Plusieurs tuyaux enlevés se trouvèrent remplis de tubercules à surface mammelonnée, irrégulière, quelquefois corralloïde; leur saillie était communément de 2 centimètres; mais pour plusieurs elle allait jusqu'à 3 et au-delà; leur base, plus ou moins large, étant en général plus grande que leur hauteur, ils s'écrasaient facilement sous le doigt.

Ces tubercules étaient ordinairement rangés sur des lignes

droites, parallèles à l'axe du tuyau, et situés en nombre égal et à peu près à la même hauteur à droite et à gauche du courant; quelquefois cependant cette symétrie n'existait pas. Les rangées de tubercules n'étaient pas également espacées, leur nombre était très considérable; elles se touchaient dans la partie inférieure de la paroi, où elles formaient une croûte continue large et raboteuse, devenaient moins serrées en s'élevant, et se trouvaient séparées par des zones de fonte entièrement lisses, seulement recouvertes d'une légère couche d'hydrate de fer comme en bouillie.

Au point d'attache du tubercule, la fonte paraissait offrir une altération, sans présenter de dépression sensible; elle était noire, non friable, facilement attaquable au couteau jusqu'à une profondeur de 2mm,2 et même 3mm; en général, l'altération paraissait proportionnelle au volume du tubercule.

Ces tubercules étaient fortement magnétiques; la plupart n'offraient pas une texture homogène et compacte; on y remarquait une matière noire, d'un certain éclat, presque métallique, se ramifiant beaucoup, et formant des cloisons contre lesquelles était appliqué de l'hydrate de peroxide de fer; quelques uns renfermaient une substance noire, tendre, qui était du sulfure de fer provenant, sans aucun doute, du mastic des joints des tuyaux.

L'analyse de ces tubercules a fourni 21 de protoxide et 58,20 de peroxide de fer, 5 d'acide carbonisé, 14,5 d'eau, et 1,3 de silice.

La formation de ces dépôts ne peut être due à la nature particulière de la fonte des tuyaux, ceux de diverses fonderies ayant fourni des résultats analogues, ni à une action galvanique produite par le contact du fer et du plomb, puisqu'on l'a observée sur des fontes libres. M. Gras a bien fait remarquer qu'elle devait provenir d'une oxidation du fer par l'eau aérée, mais M. Payen paraît avoir indiqué la cause de cette oxidation.

Les dissolutions alcalines ont la propriété de préserver le fer de l'oxidation par l'air qu'elles contiennent, mais seulement à un certain degré de concentration; quand leur action est faible, l'oxidation n'a lieu que sur certains points. Le mélange de deux sels augmente quelquefois singulièrement l'effet produit; ainsi

une solution saturée de sel marin et de carbonate de soude, étendue de 75 fois son volume d'eau aérée, commence à manifester son action après deux minutes; une solution renfermant 0,002 de soude et 0,006 de sel marin produit des oxidations circonscrites à leur point de départ, s'étendant en tous sens sous formes vermiculaires, et se prolongeant même dans le liquide; la fonte est désagrégée sur les points où se forment ces tubercules.

De petits fragments de fer incrustés dans de la fonte, ou d'une espèce de fonte dans une autre, ont fourni des tubercules à leur point de contact, comme l'avait prévu M. Becquerel.

Une lame de fer et une d'or, plongeant dans une solution renfermant 1/200 de potasse, ne sont pas altérées pendant l'espace de dix-huit mois; mises en communication avec un galvanomètre, on obtint une forte déviation; quelque temps après, l'aiguille revint au zéro, et, après avoir détruit la communication, il fallait laisser s'écouler un certain temps pour observer une nouvelle déviation; le métal devient électro-négatif, et l'action de l'air et de l'eau devient nulle tant qu'il persévère dans cet état; mais sous l'influence du métal et de l'eau alcalisée, les éléments du sel marin se séparent, et l'oxidation a lieu d'une manière continue.

La fonte grise est plus attaquable que le fer doux ou la fonte blanche, ce que l'on peut facilement expliquer en admettant avec Karsten que cette substance est formée de graphite divisé irrégulièrement dans la masse. Voy. Haut-Fourneau.

Si les fontes blanches n'étaient pas aussi cassantes et ne se prêtaient pas si mal à l'action des instruments; on devrait donc les préférer pour les conduites d'eau, mais de graves inconvénients résulteraient de leur emploi. Sous ce point de vue, l'on doit chercher les moyens d'éviter l'altération dont nous venons de nous occuper. M. Vicat a proposé d'induire intérieurement les tuyaux avec une couche de ciment hydraulique. On pourrait aussi se servir avec avantage d'huile de lin lithargirée dont M. Juncker a fait usage pour les tuyaux de la pompe des mines de Huelgoat, en la faisant pénétrer par pression.

On pourrait également employer un mastic fait avec le gou-

dron du gaz ou le bitume naturel et le sable fin que j'ai appliqué dans des réservoirs, et qui m'a offert de bons résultats; mais il est possible que dans ces divers cas il se produise des effets analogues à ceux qu'a observés M. Da Olmi pour les caisses à eau des bâtiments de guerre. Voy. Eau.

DÉPÔTS SALINS DANS LES CHAUDIÈRES A VAPEUR.

Toutes les eaux qui coulent à la surface et dans l'intérieur de la terre renferment des sels en plus ou moins grande proportion; en produisant de la vapeur, la dissolution se concentre, et finit par arriver au terme de saturation, qui, bientôt outrepassé, produit le dépôt d'une portion de la matière saline. Si l'eau ne renfermait jamais que des sels très solubles, comme, à un petit nombre d'exceptions près, ils sont plus solubles à chaud qu'à froid, tant que le liquide serait à une température élevée, et que l'on n'aurait pas outre-passé le point de saturation pour cette température, il ne s'en séparerait pas, et le plus ordinairement le sel qui se précipiterait au-delà de ce terme ou par le refroidissement, cristalliserait et ne contracterait pas une adhérence très forte après les parois des chaudières; d'ailleurs ils se redissoudraient par le contact d'une nouvelle quantité de liquide non saturé. Mais lorsque toutes les eaux, au contraire, renferment des sels peu solubles, du sulfate ou du carbonate de chaux, et souvent les deux sels mêlés, le carbonate s'y trouve très fréquemment dissous à la faveur d'un excès d'acide carbonique; ces sels, et surtout le dernier, quand c'était l'acide carbonique qui lui servait de dissolvant, se précipitent et s'attachent fortement après les parois des vases, et restent à peu près inattaquables par l'eau. Suivant la proportion qui s'en précipite, ces sels se déposent en flocons qui nagent d'abord dans le liquide ou contractent une faible adhérence avec les parois, ou bien s'y attachent sous forme de croûtes qui s'augmentent continuellement, et finissent par acquérir une épaisseur très considérable, qui offre le double inconvénient de diminuer considérablement la transmission de la chaleur au liquide, et de faciliter singulièrement l'altération des parois métalliques, qui ne sont plus humectées, et présente, pour des chaudières à vapeur, des dangers graves d'explosion provenant de la déchirure

où de la séparation de quelques parties des croûtes qui, laissant libre une surface métallique, à une température très élevée et souvent rouge, déterminent la formation instantanée d'une quantité de vapeur supérieure à la résistance des parois.

Si au lieu de pouvoir adhérer aux parois de la chaudière à mesure de leur formation, les sels se trouvaient interposés dans une matière molle qui les retînt en suspension, il se produirait facilement des masses spongieuses qui nageraient au milieu du liquide, et que l'on pourrait expulser de temps à autre en vidant les chaudières; c'est l'effet que produisaient les pommes de terre ou le son que l'on mêlait à l'eau; mais ces substances ont l'inconvénient de faire mousser beaucoup le liquide, et déterminaient quelquefois le soulèvement de la masse qui passait dans les tubes. Ces inconvénients avaient fait en grande partie renoncer à l'emploi de ce moyen. La matière brûlait quelquefois aussi.

Les chaudières des bâtiments à vapeur destinés au service de la mer offrent des conditions particulières, le haut degré de salure des eaux exigeant qu'on les expulse avant qu'elles aient atteint le point de saturation; et comme les sels moins solubles se déposent toujours de plus en plus à mesure que le degré de salure augmente, les incrustations s'accroissent rapidement et sont fendilées par les mouvements oscillatoires de l'eau, qui laisse souvent à découvert quelques parties des parois.

Tout récemment, un procédé qui, par sa simplicité, la facilité de son exécution, et le prix peu élevé de la matière première employée, ne semble pas pouvoir offrir le moindre inconvénient, a été employé par M. Chaix, qui a pris pour cet objet un brevet d'invention; ce procédé consiste à introduire dans les chaudières une certaine quantité d'argile à potier délayée dans l'eau. Un kilogramme par force de cheval paraît bien suffisant.

Des essais faits sur les chaudières des bâtiments à vapeur qui font le service de Toulon à Alger, et dont les résultats avaient été constatés par une commission désignée par le ministre de la marine, avaient prouvé que non seulement les chaudières sur lesquelles on avait opéré avaient cessé de s'encroûter, mais que même sur l'une d'entre elles, plus de 200 kilog. de dépôts s'é-

taient séparés pendant le cours d'un voyage, tandis que pour opérer le nettoyage il fallait se servir du pic et du marteau; et on conçoit facilement combien cette manœuvre est préjudiciable à la conservation des chaudières, qui sont rapidement mises hors de service, et qu'en même temps il est impossible de nettoyer les tuyaux et les parties où ne peut pénétrer l'ouvrier. Des plaques de plusieurs centimètres d'épaisseur et de 30 centimètres, et quelquefois plus, de surface, détachées de cette manière, portant sur leur face inférieure l'empreinte des clouures, donnent la preuve la plus convaincante de l'avantage de ce procédé.

Des essais suivis par une commission de la Société d'encouragement ont permis d'observer les faits suivants.

Une chaudière à vapeur de l'établissement de M. Cavé, alimentée par l'eau des couches inférieures du sol, fournit assez de dépôts salins pour qu'il faille tous les huit jours en suspendre l'action pour la nettoyer avec le pic, travail toujours pénible, et très nuisible à sa solidité.

Après y avoir introduit de l'argile convenablement délayée, on fit travailler cette chaudière pendant quinze jours, et quand on la vida, on trouva qu'il ne s'y était pas formé de nouveau dépôt, et que même des incrustations anciennes, provenant des parties où l'instrument ne peut atteindre, s'étaient détachées.

L'expérience, répétée de nouveau pendant trois semaines consécutives, a fourni les mêmes résultats, et la chaudière s'est trouvée presque aussi propre que le pourrait être une chaudière neuve.

M. Payen a depuis répété les essais sur une chaudière à vapeur dans son établissement, et confirmé tous les faits que nous venons d'exposer.

Ainsi, pour les chaudières fixes, comme pour celles des bateaux à vapeur, l'argile peut être employée avec un très grand avantage; ces dernières exigent un renouvellement assez fréquent de l'argile, parce que, obligé d'expulser l'eau de mer qui alimente la chaudière avant qu'elle soit parvenue à l'état de saturation, une partie de cette argile se trouve chaque fois entraînée.

L'action de cette substance peut être facilement expliquée;

d'abord pour les dépôts qui se forment, elle les divise et les empêche d'adhérer aux parois; quant à ceux qui existent déjà, elle peut les enlever en s'interposant dans les solutions de continuité qui s'y produisent et diminuer leur adhérence, et en même temps elle donne lieu à un lessivage comme celui qui provient de l'action de l'argile sur des tissus.

H. Gaultier de Claubry.

INCUBATION ARTIFICIELLE. (*Technologie.*) Suppléer à l'action d'une couveuse par une chaleur artificielle convenablement appliquée, tel est le but de l'incubation artificielle. C'est toujours avec étonnement que, dans un pays et à une époque où les arts ont fait tant de progrès, on ait négligé un art aussi important, qui a survécu à l'asservissement des populations et à la destruction de toutes les institutions de l'ancienne Égypte. Si autrefois cet art a été pratiqué dans les temples, et que, devenu le partage des classes pauvres et sans connaissances, il fournisse toujours d'utiles résultats, on ne peut douter des avantages qu'il procurerait dans le centre de l'Europe, si on l'y établissait sur des bases convenables.

De faux documents fournis par des auteurs anciens, des tentatives dirigées sur ces errements par Réaumur, ont au moins autant éloigné du véritable but que les conceptions rétrécies de plusieurs de ceux qui ont voulu se livrer à ce genre d'industrie: les premiers ont détourné de la route véritable, les autres ont faussé toutes les notions qui pouvaient conduire à un résultat utile.

Nous devons cependant excepter de cet anathème un homme qui avait bien étudié l'art qu'il voulait pratiquer, et qui, par le moyen d'appareils ingénieux et de dispositions bien conçues, avait formé le seul établissement qui ait eu des chances de succès, mais que la tourmente révolutionnaire a fait disparaître avec tant d'autres objets. Bonnemain avait compris que ce n'était pas à faire éclore 5 ou 6 poulets dans des appareils, qui ne serait réellement qu'un jeu d'enfant, que l'on devait s'occuper; il avait créé un établissement capable d'en fournir de grandes quantités, et il a réussi.

Les établissements où l'on se livre à ce genre d'industrie, en Égypte, sont au nombre de 200, fournissant chacun plus de

140,000 poulets; le nom de *ma' mal el-katakl* ou *el-farroug*, fabrique de poulets, est donné au lieu qui contient les fours et les pièces dans lesquelles on fait éclore des œufs.

Ces bâtiments sont presque tous placés dans des masures, et presque toujours adossés contre des monticules de sable ou des décombres, ce qui a fait croire à beaucoup de voyageurs qu'ils sont enterrés.

Le bâtiment principal est un carré plus ou moins long, dont l'intérieur est coupé, dans sa longueur, par un corridor qui sépare deux rangées de petites pièces, dont le nombre varie depuis deux jusqu'à douze de chaque côté. Chaque pièce est à double étage; la pièce inférieure, ou *couvoir*, a environ 2m,6 de longueur sur 2 de largeur, et une très petite porte donnant sur le corridor; la pièce supérieure, ou *four*, est voûtée comme un four; elle a à peu près la même dimension que la pièce inférieure, une porte donnant sur le corridor, et la voûte a une ouverture que l'on ferme à volonté; deux fenêtres latérales communiquent avec les fours voisins, et, au centre, une ouverture assez grande, autour de laquelle on a pratiqué une large rigole dans laquelle on place de la braise allumée, dont la chaleur se répand dans la pièce inférieure par l'ouverture.

Plusieurs pièces sont employées pour le logement des hommes employés au service des fours à brûler les mottes ou autres combustibles dont la braise doit servir à les chauffer; dans l'une on réunit les poussins quelques heures après qu'ils sont éclos.

Les œufs, reçus en compte, sont répartis dans la moitié des couvoirs du bâtiment. Le onzième jour, on dispose une seconde couvée dans les autres couvoirs restés libres. Le vingtième jour, on commence à trouver quelques poussins; le vingt et unième jour, il en éclot un grand nombre. On place les plus faibles dans les couvoirs, on porte, pour un jour, les plus forts dans la chambre dont nous avons parlé, et on remplit les couvoirs libres, en continuant ainsi pour chaque couvée, qui se succède tous les dix jours pendant trois mois.

Jamais une couvée ne manque: la perte des œufs va rarement à un sixième; le plus habituellement, elle est beaucoup moindre.

Les petits éclos sont confiés à de vieilles femmes, qui se chargent de leur élève; chacune n'en a que 300 à 400 à soigner. Au bout de vingt jours, ils n'ont plus besoin de soins; elles en prennent un nombre égal dans les couvoirs.

Les poulets sont gardés le jour sur un terrain sec, exposé au soleil; on les nourrit avec du blé, du riz et du millet concassés, et de l'eau pour boisson, et la nuit on les réunit dans des espèces de fours placés dans l'intérieur des maisons.

Il est aisé de voir combien il serait facile d'imiter de pareils exemples dans tous les pays, et si une chose doit surprendre, c'est de voir que la France surtout, où tant d'arts difficiles sont pratiqués et fournissent des résultats précieux, soit en arrière de l'Égypte pour un objet d'une si haute importance, et qu'il faudrait si peu de tentatives bien dirigées pour réaliser. Les Behermiens, par habitude seulement, savent parfaitement diriger la température de leurs fours, combien plus facilement ne le pourrait-on pas au moyen de nos instruments. On ne peut douter qu'ils soient loin d'employer utilement le combustible, et de connaître les moyens de répartir la chaleur d'une manière convenable, et cependant les résultats qu'ils obtiennent paraissent laisser peu d'améliorations à attendre. Pour réussir, il ne faut qu'avoir à sa disposition une quantité suffisante d'œufs, et un chauffage très économique. Mais il faut opérer sur l'échelle la plus étendue que comporte la localité où l'on se trouve, et se borner, comme en Égypte, à faire éclore les poulets; vouloir se livrer à leur élève, est apporter des difficultés à une chose très simple et qui en comporte peu : il n'est pas de femme de campagne qui ne soit dans le cas de le faire parfaitement ; et, organisé de cette manière, un établissement aurait toutes les chances de succès, pourvu qu'il fût placé dans une localité convenable pour une grande consommation, et que l'on y évitât d'avoir des éclosions journalières, les soins à donner aux poussins devenant beaucoup trop minutieux ; mais disposant les choses de manière à obtenir de grandes couvées à la fois, l'élève des poussins en devient beaucoup plus facile.

L'air sec et chaud présente des inconvénients en desséchant es œufs ; il doit être entretenu dans un état d'humidité conve-

nable dans les couvoirs, si l'on ne veut pas être exposé à perdre beaucoup des œufs que l'on y renferme.

Pour prouver avec quelle facilité on peut obtenir de bons résultats dans ce genre d'industrie, il suffira de citer un exemple: en 1826, M. d'Arcet pensa pouvoir faire servir la chaleur des eaux de Vichy à l'incubation artificielle: il n'éprouva aucune difficulté pour obtenir des poulets; mais n'ayant pu trouver dans cette localité personne qui voulût se livrer à ce genre d'industrie, si profitable cependant, il visita, l'année suivante, Chaudesaigues, où un aubergiste, propriétaire de sources thermales, M. Felgère, le comprit si bien qu'il utilisa immédiatement une partie de ses eaux, qui, comme on le sait, servent dans ce pays au chauffage des maisons, à chauffer un appareil d'incubation. Les résultats qu'il obtint sont devenus immédiatement très utiles pour les baigneurs et pour les localités environnantes, d'où on lui apporte des œufs.

La température des eaux de Chaudesaigues est trop élevée (81° centigrades) pour être employée sans précaution au chauffage d'un four à poulets; mais à Vichy, par exemple, où elle est de 45°, on obtiendrait facilement celle qui est nécessaire pour l'incubation.

La masse considérable d'eau qui se trouve perdue dans cette dernière localité, pendant tout le temps que l'on n'y prend pas de bains, permettrait d'y former un établissement important d'incubation. Cette idée de M. d'Arcet a été mise à profit par M. Brosson; mais cette importante opération n'a pu être suivie par suite des idées erronées de l'inspecteur des eaux, qui, par crainte que, pendant l'hiver, elles ne vinssent à geler, et que leur congélation ne compromît les bassins, a obligé à les perdre! Comme si des siècles n'avaient pas déjà prouvé que des eaux dont la température est constamment à 40°, et en masse aussi considérable, pouvaient se congeler! Nouvelle preuve des difficultés que l'on rencontre à faire adopter des choses utiles.

Un moyen de se procurer de la chaleur avec une très faible dépense, et de la régler à volonté, une localité où la consommation soit assez considérable pour permettre d'opérer sur une grande échelle, et une bonne direction imprimée à l'établissement, sont les conditions indispensables pour pratiquer utile-

ment l'incubation artificielle; vouloir l'opérer sur quelques œufs, c'est la rendre ridicule et en empêcher l'adoption.

En France, la proportion des matières animales comme aliments est de beaucoup au-dessous de ce qu'elle devrait être; deux procédés sont destinés, s'ils sont suivis avec discernement, à la multiplier: l'incubation, qui fournirait une grande quantité de poulets, et la préparation de la GÉLATINE, qui, malgré la défaveur que certaines personnes ont voulu jeter sur son emploi, ne peut manquer de triompher un jour d'une opposition sans fondement.

Pour ne pas être exposé à placer dans les appareils des œufs non fécondés, Bonnemain avait adopté l'usage du mégascope, qui pourrait rendre service sous ce point de vue. Les moyens de régularisation de la température qu'il avait mis en usage, ceux surtout que l'on doit à M. Sorel, permettent d'obtenir avec une grande facilité les effets désirables; nous en parlerons à l'article RÉGULATEUR DU FEU.

Une foule d'opérations des arts donnent lieu à la déperdition d'une grande quantité de chaleur, que l'on pourrait utiliser pour des appareils d'incubation; et si, dans quelques endroits bien placés sous ce rapport, un fermier formait un établissement de ce genre, nul doute que tous les avantages qu'on en retirerait deviendraient un puissant mobile pour conduire à en créer un grand nombre d'autres.

Une brochure intitulée *Du régime des ma-mals*, par un ancien administrateur, chez Hacquart, 1817, renferme des documents intéressants sur cette question.

H. GAULTIER DE CLAUBRY.

INDIGO. L'indigo est une substance colorante bleue qui est fournie par plusieurs plantes appartenant pour la plupart au genre *indigofera* de Linné, genre compris dans la famille des légumineuses de Tournefort. Ces plantes sont particulièrement cultivées dans les Indes-Orientales, dans les deux Amériques, en Egypte, au Sénégal.

Toutes les espèces comprises dans le genre *indigofera* ne fournissent pas de l'indigo, ou du moins on n'en a extrait que de cinq d'entre elles: 1° de l'*indigotier franc*, *indigofera anil*; 2° de l'*indigotier des Indes*, *indigofera tinctoria*; 3° de l'*indigotier*

glauque, indigofera glauca; 4° de l'*indigotier velu, indigofera hirsuta;* 5° enfin de l'*indigotier vert, indigofera trita.* L'indigotier franc, qui est la plus intéressante de ces plantes, est généralement cultivé dans les Antilles; l'indigotier des Indes croît spontanément à l'Ile de-France, à Madagascar, au Malabar, l'indigotier glauque est cultivé en très grande quantité en Égypte et en Arabie; l'indigotier velu croît spontanément dans l'Inde et sur la côte du Malabar; enfin l'indigotier vert croît dans l'Inde.

Outre ces principales espèces, qui sont celles qui fournissent la majeure partie de l'indigo du commerce, on en retire encore une quantité considérable, non seulement des variétés que la culture a fait naître parmi les plantes que nous venons de décrire, mais encore d'autres indigotiers, et même de végétaux qui appartiennent à d'autres familles naturelles.

Nous ne nous occuperons pas ici de la culture des plantes qui fournissent l'indigo, mais du moyen mis en pratique pour l'extraction de cette matière colorante, soit des feuilles vertes, soit des feuilles sèches, moyen mis en usage dans de très petits établissements, et qui est devenu usuel à tel point que les colons fabriquent l'indigo avec autant de facilité que nos vignerons préparent le vin. Voici quel est le procédé.

On dispose sous un hangar trois cuves qui sont placées de manière à ce que la deuxième soit à la suite de la première, et la troisième à la suite de la seconde. La première porte le nom de *trempoir* ou de *pourriture,* parce que la plante y est déposée pour y subir le degré convenable de fermentation. Cette cuve est ordinairement carrée; elle est large de 9 à 12 pieds, et profonde de 3. La deuxième cuve porte le nom de *batterie,* parce que l'eau chargée de molécules colorantes dissoutes par la fermentation y est fortement battue. Entre la *cuve batterie* et le troisième vase, appelé *reposoir,* est un petit bassin creusé dans le plan de celui-ci, au-dessus du niveau du fond de la batterie. Ce petit bassin, désigné par les noms de *bassinet* et de *diablotin,* a une forme arrondie ou ovale; il est destiné à recevoir la matière colorante sortant de la cuve qui le précède. Les cuves doivent être placées de manière à ce que les eaux de la première cuve puissent couler dans la deuxième, et celles de la

deuxième dans la troisième. Ainsi le fond de la batterie doit être placé à environ trois pieds au-dessous de celui de la première cuve, etc.

Lorsque l'appareil est disposé, on agit de la manière suivante. A mesure que l'on récolte la plante qui doit fournir l'indigo, on la place dans le *trempoir;* quand celui-ci est plein, on ajoute de l'eau, de façon à ce que le liquide s'élève au-dessus de la plante à une hauteur de trois doigts. La fermentation se développe bientôt; elle est prompte et tumultueuse; elle soulève la masse de feuilles et lui ferait déborder le trempoir si l'on n'avait le soin d'ajouter sur les parois de cette cuve une rangée de planches jointes ensemble; l'eau du trempoir ne tarde pas à se teindre en une belle couleur verte, qui acquiert de plus en plus d'intensité; la surface du liquide présente un reflet cuivré très brillant, qui bientôt est remplacé par une couche de matière épaisse et violette mêlée d'écume.

Lorsque la fermentation a atteint le degré convenable pour procéder au battage, cet effet a lieu en dix ou douze heures, par un temps chaud et pluvieux, ce qu'on peut reconnaître, 1° à ce que la liqueur a une couleur jaune doré analogue à celle de la vielle eau-de-vie de Cognac; 2° à ce que, prise en petite quantité dans un vase, et agitée, elle laisse déposer en grains bien formés la matière colorante; on fait alors couler l'eau du trempoir dans la batterie, et on l'agite fortement, soit au moyen de *busquets,* petites caisses carrées, sans fond et sans couvercles, mais munies de manches, soit, ce qui vaut mieux et est plus économique, au moyen d'un axe armé de palettes, fixé dans la cuve, et mis en mouvement à l'aide d'une manivelle.

L'opération du battage doit être conduite uniformément, et tant que le liquide laisse déposer du grain bien formé dans la tasse d'épreuve. On ne doit pas pousser trop loin cette opération, un battage prolongé divisant le grain de l'indigo et l'empêchant de se réunir. On facilite la précipitation de la matière colorante en ajoutant une petite quantité d'eau de chaux. Quand le battage est terminé, on laisse reposer le liquide pendant quelques heures, afin que tout *le grain,* la matière colorante, ait le temps de se déposer au fond. On fait alors écouler

l'eau par des robinets placés à divers étages, en commençant à faire agir le robinet placé à la partie supérieure. Cette eau tombe dans le diablotin, qu'elle remplit, puis se perd au dehors par l'ouverture du reposoir. Après que toute l'eau de la batterie a été ainsi écoulée, et lorsqu'il ne reste au fond qu'une pâte d'un bleu noirâtre, on vide aussi le diablotin, et l'on y fait passer cette pâte liquide. On enlève celle-ci, et on la met dans des sacs de toile que l'on suspend en l'air, afin de faciliter l'égouttement. Pour opérer la dessiccation de cette pâte, qui est encore molle, on en remplit des caisses plates, qui ont environ 3 pieds de longueur, 18 pouces de largeur, et 3 pouces de profondeur; on porte ensuite les caisses dans un local qui porte le nom de séchoir ou de *sécherie;* là la masse se dessèche, et elle se fend par le retrait en plusieurs morceaux. On a soin, lorsqu'on porte la pâte au séchoir, d'unir sa surface avec une truelle, et on la divise en petits carrés, qu'on laisse ensuite exposés à l'air jusqu'à ce qu'ils se détachent eux-mêmes des caisses. L'indigo amené à cet état n'est pas encore bon à être livré au commerce, il faut auparavant le faire ressuyer. A cet effet, on l'entasse dans de grandes barriques, où on le laisse pendant quinze jours ou trois semaines, afin qu'il subisse une nouvelle fermentation, pendant laquelle il se recouvre d'une efflorescence blanche; on le fait alors sécher de nouveau.

Le procédé que nous venons de décrire est modifié dans les différentes contrées où l'on se livre à la fabrication de l'indigo, l'abondance et la richesse de la couleur de cette matière tinctoriale dépendant des soins qui ont été apportés dans la mise en pratique du procédé; il y a de nombreuses variétés ou qualités d'indigo dans le commerce; il en résulte des différences de prix, qui sont assez considérables. De recherches que nous avons faites à ce sujet, il résulte que nous avons trouvé à la même époque, dans le commerce de Paris, vingt-deux sortes d'indigos; ils étaient cotés à des prix divers, à partir de 16 jusqu'à 38 fr. le kilog.

Il est difficile de pouvoir, à la simple inspection, distinguer les diverses sortes d'indigos, pour les classer suivant leur valeur respective; il faut pour cela avoir de la pratique, elle s'acquiert par une longue habitude.

Les indigos sont divisés dans le commerce en *indigos d'Asie*, *d'Afrique et d'Amérique*; ils sont ensuite divisés en espèces, puis en variétés. Les indigos d'Asie qui sont exportés en Europe sont ceux *du Bengale*, *de Coromandel*, *de Manille*, *de Madras*, *de Java*. Les indigos d'Afrique sont ceux *d'Égypte*, *de l'Ile-de-France et du Sénégal*. Les indigos d'Amérique sont ceux *de Guatimala*, *de Caraque*, *du Mexique*, *du Brésil*, *de la Caroline et des Antilles*. Le plus estimé des indigos d'Amérique est l'*indigo flor*, qui, frotté avec l'ongle, prend un éclat cuivré très brillant. Cet indigo est le plus léger de tous; il a une belle couleur bleue violette. Il faut cependant dire ici que l'on fabrique dans l'Inde-Orientale de l'indigo qui ne le cède pas au meilleur de l'Amérique. Il est même de certaines qualités d'indigo Bengale et d'indigo du Sénégal qui, pour la beauté et pour la pureté, peuvent être comparées à l'indigo flor de Guatimala. Ceci ne doit pas surprendre, si l'on réfléchit que les espèces d'indigotiers du Sénégal sont identiques avec celles d'Amérique, et que la qualité supérieure de l'indigo est due autant au soin qu'on apporte dans sa préparation qu'à la qualité de l'indigotier dont on l'extrait.

L'indigo se trouve dans le commerce sous la forme de morceaux quelquefois irréguliers, d'autres fois cubiques ou plats, dont la nuance varie entre le bleu violet, le bleu clair et le bleu noirâtre. Ces fragments sont légers, faciles à rompre, ils n'ont point de saveur, mais ils happent à la langue en raison de leur sécheresse et de leur porosité; ils ont une légère odeur, qui devient plus sensible lorsqu'on les chauffe. Les morceaux d'indigo, frottés avec l'ongle, acquièrent un état métallique ainsi qu'une teinte cuivrée rougeâtre.

L'indigo, soumis à l'action d'une forte chaleur, répand des vapeurs pourpres qui peuvent être condensées et recueillies sur des corps froids. Ces vapeurs donnent naissance à de jolies petites aiguilles brillantes, d'un aspect métallique et de couleur cuivrée : ce produit est la matière colorante pure, à laquelle on a donné le nom d'*indigotine*; matière colorante dont la proportion est différente dans les diverses espèces d'indigo, et qui ne se trouve que dans la proportion de 45 p. 0/0 de l'indigo flor, regardé comme le plus riche de tous. Cette matière est

dans l'indigo accompagnée de diverses substances qui ont été isolées par M. Chevreul, qui a reconnu que 100 parties d'indigo contenaient : 1° en substances solubles dans l'eau; ammoniaque, matière verte, extractif, gomme, traces d'indigo désoxidé, 12 parties; 2° en substances solubles dans l'alcool; matière verte, résine rouge, un peu d'alcool, 30 parties; 3° en matières dissolubles dans l'acide hydrochlorique, résine rouge, 6; carbonate de chaux, 2; oxide rouge de fer et alumine, 2; 4° en un résidu formé de silice, 3, et d'indigo pur, 45.

L'indigo est inaltérable à l'air, insoluble dans l'eau et dans les acides, à l'exception de l'acide sulfurique concentré; il fournit, à l'aide de cet acide, une liqueur d'une belle couleur bleue, connue sous les noms de *bleu de Saxe*, de *bleu de composition*, de *bleu en liqueur*, de *sulfate d'indigo*. L'acide sulfurique de Nordhausen dissout plus facilement l'indigo que ne le fait l'acide sulfurique ordinaire. La dissolution a une couleur pourpre. Cette liqueur est employée à faire les *bleus* dits *de Saxe*; c'est le conseiller Berth de Grossenhayn qui eut l'idée, en 1740, d'employer cette solution à la teinture des laines.

Les alcalis n'exercent aucune action sensible sur l'indigo pris dans son état ordinaire, mais ils en opèrent la dissolution lorsque ce corps a été modifié par certains corps désoxigénants, le sulfate de protoxide de fer, le sulfure d'arsenic, la plupart des substances végétales susceptibles de fermenter. C'est en le soumettant à l'action des alcalis et des corps désoxigénants qu'on parvient à faire les cuves d'indigo.

L'indigo n'étant pas à l'état de pureté, on peut l'obtenir à cet état par la sublimation, plaçant de l'indigo dans un creuset de platine ou d'argent, entourant le fond de ce creuset, qui est fermé avec un couvercle, avec quelques charbons incandescents, l'indigo pur, l'indigotine, se subliment et s'attachent à la partie supérieure du creuset. On sépare la partie sublimée, et on la traite ensuite par l'alcool, qui enlève à l'indigo pur un peu d'huile et de matière rouge avec lesquelles il était mêlé.

On peut aussi le préparer en dissolvant l'indigo commercial dans le sulfate de fer et les alcalis, décantant la dissolution lorsqu'elle est bien limpide, et la conduisant dans de l'acide hydrochlorique étendu, exposant le mélange à l'air; bientôt l'indigo

absorbe l'oxigène de l'air, devient insoluble et forme une écume bleue qu'on lave avec de l'eau, puis avec de l'alcool, qui lui enlève une petite quantité de matière résineuse rouge qu'il retenait.

L'indigo pur est composé de 72,80 de carbone, de 10,80 d'azote, de 4,04 d'hydrogène, et de 12,36 d'oxigène, ou en atomes C^{45}, H^{15}, A^3, O^3.

Le prix de l'indigo étant assez élevé, et les rognures et les chiffons de laine teints avec cette substance n'ayant pas une grande valeur, nous avions pensé qu'il y aurait quelque intérêt à traiter ces chiffons pour en retirer l'indigo. Le procédé d'extraction, qui est simple, consiste à traiter les vieux draps, les chiffons, les rognures, les tontisses, par une solution de soude, qui forme avec la laine un savon, tandis que l'indigo reste indissous. Les essais que nous fîmes réussirent très bien; mais nous ne savons si le procédé, que nous rendîmes public en août 1830, est actuellement mis en pratique dans les arts. Lorsque nous publiâmes le procédé pour extraire l'indigo des vieux draps, nous ne savions pas qu'un procédé analogue avait été le sujet d'un brevet d'invention pris par les sieurs Jacobi et Vanni. Ce brevet, maintenant expiré, se trouve décrit dans le tome XXVII des *Brevets d'invention*, et le procédé est, par conséquent, dans le domaine public.

Les indigos du commerce étant plus ou moins purs, on a indiqué plusieurs procédés pour en établir la valeur. Ces procédés sont dus à MM. Chevreul et Houton Labillardière. M. Chevreul fait subir quatre épreuves aux indigos qu'il veut essayer : la première consiste dans la carbonisation d'une quantité d'indigo pour reconnaître la quantité de matière inorganique, qui le plus souvent est de 7 à 10 p. 0/0; mais qui cependant a été quelquefois trouvée moindre de 3,92 à 5 p. 0/0; mais d'autres fois en quantité plus considérable, de 18 à 21 p. 0/0.

La deuxième consiste à faire dissoudre 5 gramm. d'indigo dans 45 gramm. d'acide sulfurique concentré, à faire chauffer pendant deux heures au bain-marie, à laisser refroidir, puis à ajouter 200 gramm. d'eau. Cette solution étant préparée, on en prend 1 centimètre cube, qu'on mêle à 31 centimètres cubes d'eau distillée; on détermine ensuite par l'expérience combien

il faut de centimètres cubes de chlorure de chaux pour décolorer ce mélange : en agissant d'une manière comparative, et prenant pour point de comparaison du sulfate d'indigotine pur, M. Chevreul a vu que le *sulfate d'indigotine pur* exigeait 25 centimètres d'une solution de chlorure, tandis que le sulfate d'indigo du commerce, le plus riche qu'il ait trouvé, n'en exigeait que 22 centimètres cubes, et le plus mauvais 10 centimètres cubes seulement.

La troisième épreuve consiste à prendre 1 centimètre cube de sulfate d'indigo, que l'on veut essayer, à l'étendre de 30 centimètres cubes d'eau, à plonger pendant dix heures 1 gramm. de soie et 1 gramm. de laine, à épuiser ainsi la matière colorante en répétant l'expérience avec de nouvelle soie et de nouvelle laine, et toujours en employant un gramme à chaque fois.

Il est évident, dit M. Chevreul, que le meilleur indigo est celui qui teint le plus de soie et de laine, et donne la couleur la plus haute et la plus brillante.

La quatrième épreuve, analogue à la troisième, consiste à désoxigéner l'indigo par le sulfate de fer, sous l'influence de la potasse, et à y teindre ensuite de la soie et de la laine.

M. Labillardière a indiqué, pour reconnaître la valeur des indigos, l'emploi d'un instrument qu'il a nommé *colorimètre*; l'emploi de cet instrument est basé sur ce que la quantité d'eau nécessaire pour amener deux dissolutions colorées au même degré d'intensité est en raison directe de la matière colorante qu'elles renferment.

Les indigotiers ne sont pas les seules plantes qui fournissent de l'indigo, on a retiré ce produit du *nervion tinctorial*, nerium tinctorium, et du *pastel, isatis tinctoria*. Cette dernière plante ayant été le sujet de nombreux essais, il en sera parlé au mot Pastel.

A. Chevallier.

INDUSTRIE (Exposition des produits de l'). Voy. Exposition.

INGÉNIEUR. Ce nom a été donné d'abord aux officiers chargés de diriger l'attaque et la défense des places, et il vient, suivant toute apparence, des *engins* ou machines qu'ils employaient à cet usage. En temps de guerre, ces ingénieurs étaient aussi chargés de lever les plans du pays, de tracer et de con-

struire les routes militaires, d'établir des ponts pour le passage des armées, etc.; en temps de paix, ils furent employés à des travaux analogues dans l'intérieur du pays, c'est-à-dire à la construction des places et aux tracés des routes, des canaux, des ponts et autres grands travaux d'utilité générale. A mesure que ces travaux prirent de l'importance, les fonctions se subdivisèrent, et au lieu de simples ingénieurs militaires, on eut plusieurs classes d'ingénieurs, qui reçurent diverses dénominations, suivant la nature des travaux qu'ils dirigeaient : ingénieurs des ponts et chaussées, ingénieurs des mines, ingénieurs de la marine, ingénieurs hydrographes, etc.

Attendu l'extension qu'a reçue aujourd'hui la fonction d'ingénieur, il devient difficile de donner de cette profession une définition exacte et qui en comprenne toutes les branches. On peut dire cependant que la fonction de l'ingénieur est caractérisée 1° par la mission de concevoir et de diriger les travaux d'utilité publique; 2° par celle de perfectionner les diverses branches de l'industrie générale et d'y introduire les améliorations résultant de nouvelles applications des sciences ou d'heureuses inventions industrielles. Peut-être même pourrait-on se borner à ce dernier point de vue comme plus général, et dire simplement que l'ingénieur est appelé à améliorer l'exploitation industrielle d'un pays par tous les moyens théoriques que lui suggèrent son savoir ou son génie particulier. Les travaux publics ne sont en effet qu'un moyen (quoique le plus important) d'obtenir ces améliorations, et de plus, par les difficultés que ces travaux présentent, par la variété des circonstances locales où ils s'exécutent, par l'emploi continuel qu'on est obligé d'y faire des théories de la science et des ressources de l'art, ces travaux exigent plus que tous les autres cet esprit d'invention et de progrès qui nous paraît constituer l'ingénieur. Cela justifierait l'opinion qui fait dériver du latin (*ingenium*, génie) l'origine de ce nom.

Le but général des efforts de l'ingénieur étant le meilleur système d'exploitation d'un pays, la première condition est de bien connaître le territoire et les ressources naturelles ou industrielles qu'il présente. De là une première classe d'ingénieurs qu'on pourrait appeler *descriptifs*, puisqu'ils sont chargés de

dresser pour ainsi dire le panorama de la contrée à vivifier : ce sont les *ingénieurs géographes*, les *ingénieurs hydrographes*, les *ingénieurs du cadastre*, les *ingénieurs des mines*, considérés comme explorateurs ou auteurs de *cartes géologiques* et *minéralogiques*.

Une seconde classe comprendrait les ingénieurs chargés des travaux pour la défense du pays ; ce sont les *ingénieurs militaires* et les *constructeurs de vaisseaux*.

La troisième classe peut se rapporter aux communications à créer ou à perfectionner ; ce sont les *ingénieurs des ponts et chaussées*, les *ingénieurs de la marine*, les *voyers des chemins vicinaux*.

L'exploitation minérale de la contrée donne lieu à une classe particulière ; ce sont les *ingénieurs des mines*, considérés comme directeurs des travaux des mines ou d'usines métallurgiques.

Les travaux ou les inventions propres à mettre en valeur les forces naturelles ou artificielles du pays, sont spécialement du ressort des *ingénieurs mécaniciens* ou *hydrauliciens*.

Enfin deux nouvelles classes d'ingénieurs qui commencent à peine, et qui auraient pour but le perfectionnement des procédés de l'industrie et de l'agriculture, seraient les *ingénieurs manufacturiers* et les *ingénieurs agricoles*.

Passons en revue ces diverses classes d'ingénieurs, signalons leurs progrès ainsi que les hommes remarquables qui les ont illustrés.

Les *ingénieurs géographes* remontent à une haute antiquité. S'il faut en croire les traditions des Egyptiens, ce fut Hermès, autrement dit Mercure, qui leur enseigna les premiers élémens de la géographie. La première carte dont parlent les anciens auteurs est celle que Sésostris, célèbre conquérant de l'Egypte, fit dresser pour mettre son peuple à même de juger du nombre des nations qu'il avait soumises à son empire.

Alexandre était toujours accompagné de ses deux *ingénieurs*, Diognète et Béton ; ils levaient la carte du pays que traversait ce conquérant.

C'était encore du temps d'Alexandre que florissait Pythéas, géographe de Marseille. Cet homme, passionné pour cette étude,

parcourut l'Europe depuis les colonnes d'Hercule jusqu'à l'embouchure du Tanaïs; il avança par l'Océan occidental jusque sous le cercle polaire arctique.

Ce fut sous le règne d'Auguste que la description générale du monde, qui avait occupé les Romains pendant deux siècles, fut enfin achevée sur les mémoires d'Agrippa, et exposée aux regards du peuple sous un grand portique construit exprès.

Ptolémée réalisa, dans sa géographie, l'heureuse idée d'Hipparque de déterminer la position des lieux par leur latitude et leur longitude.

Strabon réunit dans ses nombreux voyages les documents les plus précieux et en composa un système régulier.

Le manuscrit le plus curieux de la géographie des anciens nous a été conservé dans la carte de Peutinger.

Mais la véritable topographie, telle que nous l'entendons aujourd'hui, n'a guère commencé que sous Louis XIV; on en doit les premiers essais à Sébastien Beaulieu, qui publia les cartes détaillées des expéditions militaires de ce roi guerrier.

Dans le siècle suivant, l'illustre famille des Cassini eut la gloire de concevoir et de terminer le plus beau monument de topographie, dans sa *Description géométrique de la France* en cent quatre-vingt-deux feuilles. Ce grand ouvrage, fruit du génie et de la persévérance de deux hommes, soutenus seulement par des souscriptions particulières, a été imité depuis par les gouvernements étrangers, qui ont employé leurs ingénieurs et les fonds de l'Etat à ces utiles créations.

Cependant les changements survenus depuis le milieu du XVIIIe siècle et les perfectionnements apportés aux méthodes géodésiques, faisaient désirer une description nouvelle de la France non seulement plus détaillée et plus rigoureuse, mais surtout plus complète, en ce qu'elle aurait donné le relief exact du terrain et le réseau de toutes les communications existantes, deux parties tout-à-fait négligées dans les cartes de Cassini.

Ce grand travail fut entrepris en 1818 sur la proposition du célèbre Laplace, et il se continue sur les bases qu'il avait indiquées. La carte minute de la France est dressée sur l'échelle de 1 à 40,000, et les cartes gravées qui la composent au nombre de 259, sont publiées à l'échelle de 1 à 80,000. Ces cartes don-

nent la situation de tous les objets par longitude et latitude, c'est-à-dire par leurs distances à la méridienne et à la perpendiculaire de l'Observatoire de Paris; mais de plus les formes du terrain y sont indiquées par courbes horizontales espacées de dix en dix mètres, par des hachures et par des chiffres qui désignent l'*altitude* ou la hauteur de chaque point au-dessus du niveau de la mer.

Les opérations géodésiques et les nivellements pour arriver à la confection de ce grand ouvrage ont été confiés au corps des *ingénieurs géographes*.

Ce corps d'ingénieurs n'avait eu, dans l'origine, d'autre but que les opérations militaires. En 1696, quelques officiers furent attachés à divers régiments d'infanterie en qualité d'*ingénieurs des camps et armées*, pour éclairer leur marche par des reconnaissances topographiques; en 1717, ils eurent pour chef un brigadier d'infanterie; en 1726, ils reçurent la dénomination d'*ingénieurs géographes* des camps et armées, et remplirent dès ce moment leurs fonctions près des états-majors; leur organisation ne reçut quelque stabilité qu'en 1744 et durant la guerre d'Italie, sous le ministère d'Argenson. Par suite d'un décret de l'Assemblée nationale, les ingénieurs géographes furent supprimés et leurs fonctions réunies à celles des officiers du génie militaire. Ils ne tardèrent pas à être rappelés au *dépôt général de la guerre*, mais sans y avoir un sort assuré. Cet établissement, qui, pendant la tourmente révolutionnaire, servit de refuge aux Laplace, aux Delambre, aux Borda, reçut un vif éclat des lumières de ces savants illustres, et devint dès lors le propagateur des nouvelles méthodes géodésiques, lesquelles furent bientôt appliquées aux levées des cartes de Souabe, de Bavière, de Savoie, d'Italie, de Belgique et de l'Egypte. Tant de travaux utiles devaient éveiller la sollicitude du gouvernement pour faire cesser l'état précaire des ingénieurs géographes. Un décret de 1809 les constitua militairement, fixa leur nombre à 90, et prescrivit que le corps de ces officiers fût recruté d'élèves sortant, par voie de concours, de l'École Polytechnique. Enfin, en 1811, ce corps a été réuni à celui des officiers d'état-major, qui remplit maintenant les fonctions ci-devant

attribuées au premier, et particulièrement les opérations topographiques de la carte de France.

Les *ingénieurs hydrographes* sont spécialement affectés aux levées topographiques des côtes, ports, rades et îles, et complètent pour le littoral les travaux des ingénieurs géographes pour l'intérieur.

Les anciens avaient commencé aussi à se livrer à cette étude.

Hannon, navigateur carthaginois, fit l'exploration des côtes d'Afrique, dans le VIe siècle avant l'ère chrétienne.

Pythéas reconnut les côtes de l'Océan occidental, des îles Britanniques et même de l'Islande, dans le cours du IVe siècle avant Jésus-Christ.

Néarque fut chargé par Alexandre d'explorer les mers des Indes et de venir rejoindre son armée par les bouches de l'Indus.

Néanmoins, ce n'est que dans les temps modernes que cette branche de l'art a pris de l'importance, par suite des grandes découvertes de Vasco de Gama et de Christophe Colomb. Les premières traces d'opérations hydrographiques vraiment dignes de ce nom, paraissent remonter à Henri, fils de Jean, roi de Portugal, auquel le P. Fournier attribue l'invention des cartes marines.

Dans le XVIIIe siècle, les travaux périlleux de Cook et de ses émules ont presque complété l'hydrographie générale du globe.

Cependant il reste beaucoup à faire pour l'hydrographie détaillée. En France, le corps des *ingénieurs hydrographes* est exclusivement affecté à ce travail si important pour la facilité et la sûreté de la navigation, et déjà une grande partie des côtes de l'Océan a été complétée, sous la direction de M. Beautemps de Beaupré.

Les *ingénieurs hydrographes*, dont les travaux délicats et difficiles exigent des connaissances nombreuses, sont pris exclusivement parmi les élèves de l'École Polytechnique.

Les *ingénieurs du cadastre* sont pour les communes ce que les *ingénieurs géographes* sont pour les États. Ils dressent les plans et composent les cartes du territoire communal; ils lèvent

le plan parcellaire de chaque propriété particulière, en distinguant les diverses natures de culture, et des experts complètent ce travail en y ajoutant l'évaluation de chaque espèce de terrain. C'est à l'Égypte qu'on attribue la première idée du cadastre. Les Égyptiens, disent Hérodote et Strabon, ne pouvant reconnaître la limite de leurs héritages, confondue par les inondations du Nil, inventèrent l'art de mesurer et de diviser la terre, afin de les retrouver par la considération de la figure qu'elles avaient et de la superficie qu'elles pouvaient contenir.

Le cadastre, ordonné en France par l'Assemblée constituante, en 1791, n'a été suivi avec vigueur que dans ces dernières années, grâce aux votes des conseils-généraux des départements, et il est terminé à peu près aux trois quarts. Il laisse beaucoup à désirer pour les évaluations, qui manquent de mesure commune et uniforme, et aucune disposition n'a été prise encore pour la rectification et la conservation progressive de cet immense travail. (Voyez Cadastre.)

Des ingénieurs minéralogistes ou géologues. La description des richesses minérales d'un pays exige des connaissances particulières qui, jusqu'à présent, ont été du ressort des ingénieurs des mines. Ces recherches ont pris, dans ces derniers temps, une haute importance, et on s'est occupé de dresser le tableau minéralogique du territoire, comme on avait déjà fait la carte topographique.

Dans le XVIIIe siècle, Monnet et Guettard ont rassemblé des matériaux et publié deux essais en ce genre, mais très imparfaits. Au commencement de ce siècle, M. Héron de Villefosse a donné, dans sa *Richesse minérale de la France*, des documents plus étendus. Quelques années plus tard, M. Omalius d'Halloy a imprimé un échantillon de carte géologique, sur petite échelle.

Mais tout cela était loin de fournir la description géologique de la France, telle qu'on pouvait le désirer dans l'intérêt de la science et des exploitations minéralogiques, et telle qu'on pouvait l'attendre du savoir et des méthodes savantes de nos ingénieurs.

En conséquence, l'administration des mines chargea, il y a quelques années, deux ingénieurs, MM. Dufresnoy et Élie de

Beaumont, d'explorer tout le territoire et de recueillir les matériaux et documents nécessaires à la confection de la carte géologique du royaume.

Dans la plupart des départements, les conseils-généraux se sont associés à cette belle entreprise en votant des fonds pour la confection de cartes géologiques départementales, sur grande échelle, et destinées à donner plus en détail que la carte générale le tableau des couches minérales du pays. Il serait à désirer que ces recherches fussent conduites avec plus d'activité et d'ensemble que ne l'a été le cadastre, et, dans ce but, il serait nécessaire d'en charger des ingénieurs spéciaux qui seraient exclusivement *ingénieurs géologues*.

Ingénieurs militaires. C'est dans la Palestine que l'histoire offre le premier exemple de places fortifiées : Moïse nous apprend que les villes y étaient défendues par des murailles très hautes et par des portes munies de poteaux. Il paraît aussi que dès lors on connaissait l'usage des machines propres à renverser les remparts des villes assiégées.

Amphyon, roi de Thèbes, paraît être le premier des Grecs qui ait fortifié sa capitale, quatorze siècles environ avant l'ère chrétienne ; il l'environna de murailles flanquées de tours de distance en distance. Tout le monde connaît les siéges, fameux par leur durée, de la ville de Tyr par Nabuchodonosor, qui dura quinze ans, et de la ville de Troie par les Grecs, qui dura dix ans. Mais le plus remarquable de l'antiquité est certainement celui de Syracuse, dans lequel Archimède eut occasion de déployer le savoir et les ressources de l'ingénieur le plus habile.

Dans les temps modernes, Roger Bacon, Marcus Grœcus, Bertold Schwartz, ont fait connaître l'emploi de la poudre à canon, et ont contribué à une révolution complète dans l'art militaire. Le premier ingénieur qui ait modifié les fortifications des villes pour les approprier au nouveau système d'attaque et de défense, paraît être San-Micheli, qui entoura Vérone de bastions triangulaires, au lieu de tours rondes et carrées qui avaient été jusqu'alors en usage. Mais celui qui réduisit en système l'art moderne des fortifications et qui peut en être vraiment considéré comme le créateur, c'est le célèbre Vauban, à qui la France doit l'érection de ses principales places fortes, et qui se

distingua, sous Louis XIV, par le grand nombre de siéges qu'il dirigea et par le génie des inventions qu'il ne cessa de déployer en toutes ces occasions. Les autres ingénieurs qui lui succédèrent, tels que Bélidor, Cormontaigne, Montalembert, Carnot, ajoutèrent successivement à cet art important de nombreuses améliorations.

Les ingénieurs militaires, jusqu'à la fin du XVIIe siècle, ne furent point réunis en corps : c'étaient des hommes qui, se trouvant de la vocation pour l'art militaire, se chargeaient de diriger l'exécution des travaux de fortification et de ceux d'attaque. Le ministre Louvois les organisa en 1670, et en régla, en 1677, les conditions d'admission. En 1748, il fut décidé que pour être ingénieur, il fallait passer par une école spéciale qui fut à cet effet établie à Mézières, et qui plus tard a été transférée à Metz, où elle est encore à présent.

Une nouvelle ordonnance constitutive de ce corps a été rendue le 13 décembre 1829.

Les ingénieurs militaires sont recrutés exclusivement parmi les élèves de l'École Polytechnique, et ils achèvent leur instruction spéciale dans l'École d'application de Metz.

Ingénieurs des mines. L'exploitation des minéraux et les usines métallurgiques forment une des branches d'industrie les plus importantes et les plus difficiles, et qui exige naturellement des ingénieurs spéciaux. Quoique les anciens se soient livrés avec succès à l'extraction et au traitement des métaux, ils ne nous ont pas laissé les noms des hommes ingénieux qui avaient créé ou développé les procédés d'exploitation et de métallurgie. Ce n'est qu'au XVIe siècle que Georges Agricola, minéralogiste, considéré à juste titre comme fondateur de la science métallurgique, publia les premières notions de l'art du mineur et de l'extraction des métaux, sous le titre : *De re Metallica.* Peu de temps après, Bernard de Palissy dévoua ses efforts et toute sa fortune au progrès des arts minéralurgiques, et créa la fabrication des faïences et des émaux.

Au commencement du XVIIIe siècle, Réaumur se dévoua avec non moins d'ardeur aux mêmes recherches, et fonda l'art de convertir le fer forgé en acier, celui d'adoucir le fer fondu, ainsi que les manufactures de fer-blanc et de porcelaine. Dans

le cours du même siècle, l'art s'enrichit des recherches et des ouvrages de Gensanne, de Dietrich, de Monnet, de Jars, et dans ces derniers temps il est arrivé à de grandes améliorations, par suite des travaux d'Hassenfratz (*Cours de sidérotechnie*), de Héron de Villefosse (*De la richesse minérale*), de Karsten (*De la métallurgie du fer*) et de plusieurs autres ingénieurs. (Voir le *Journal* et les *Annales des Mines*.)

Voyez aussi les articles Exploitation, Métallurgie, Mines.

Ingénieurs des ponts et chaussées. La construction des ponts et des routes remonte à des époques reculées. Suivant Hérodote, Menès, un des premiers souverains de l'Egypte, avait fait bâtir un pont sur un des bras du Nil. Diodore de Sicile rapporte que Sémiramis établit dans ses possessions de très bonnes routes, et qu'à cet effet elle fit abattre les hauteurs et les collines et combler les ravins et les vallons. On lui doit aussi la construction du pont magnifique qui traversait l'Euphrate à Babylone, ainsi que l'usage des ponts de bateaux dans ses expéditions contre les Indes.

Les Grecs paraissent avoir négligé ces constructions.

Les Romains y mirent au contraire beaucoup de solidité et de magnificence; le premier pont établi sur le Tibre fut construit par les soins des chefs de la religion, ce qui les fit appeler *pontifes*, ou *faiseurs de ponts*; il fut nommé *pont Sublicius*, sans doute du nom de son auteur.

Les Carthaginois établirent, dit-on, les premières routes pavées.

Les Romains se sont rendus célèbres par l'établissement de leurs voies militaires, Appia, Aurélia, Flaminia, etc., dont le développement est évalué, par les auteurs, à quarante mille lieues, et dont il reste encore beaucoup de traces. On connaît les tentatives des anciens pour établir des canaux à travers l'isthme de Suez, du Péloponèse, et les projets de canaux faits par les Romains dans les Gaules.

Charlemagne est le premier qui ait cherché à régulariser l'administration des communications publiques; il avait conçu de grands projets de travaux et en fit même commencer quelques uns, tels que le canal de jonction du Rhin au Danube, à travers la Bavière.

Dans le XII[e] siècle, Benezet construisit le pont d'Avignon et fonda l'ordre de Saint-Benezet ou des frères *pontifes*, lesquels établirent le pont Saint-Esprit, et d'autres ponts sur le Rhône.

Henri IV fit venir de Hollande des ingénieurs habiles pour réaliser de vastes projets de desséchements et de navigation qu'il avait conçus pour la prospérité du royaume; mais sa mort prématurée l'empêcha de mener à fin cette entreprise. Cependant ce fut sous son règne que l'ingénieur Hugues Crosnier dressa le projet de canal de Briare et en commença les travaux, qui ne furent terminés que sous Louis XIII.

Sous le règne suivant, illustre par tant de gloires, Riquet et Andréossi exécutèrent le grand canal des Deux-Mers, qui est encore aujourd'hui l'un des plus beaux monuments de l'art de l'ingénieur.

Depuis lors la France a continué de produire des travaux et des hommes remarquables en ce genre qu'il serait trop long d'énumérer, mais parmi lesquels nous citerons Bélidor, auteur de l'architecture hydraulique; Perronnet, célèbre par ses ponts de Neuilly, d'Orléans, de Mantes; Gauthey, ingénieur du canal du Centre et auteur d'un excellent ouvrage sur les ponts et canaux; Cessart, ingénieur des ponts de Saumur, de Louis XVI, des Arts, et du port de Cherbourg; Brisson, ingénieur du canal de Saint-Quentin et auteur du système de canalisation de la France; Girard, ingénieur du canal de l'Ourcq, etc. (1).

Jusque vers le milieu du XVIII[e] siècle, les travaux civils à la charge de l'État avaient été dirigés par les ingénieurs militaires; leur importance toujours croissante donna, sous Louis XV, au ministre Trudaine, l'idée de créer un corps spé-

(1) Dans la même période, l'Angleterre perfectionnait ses routes et s'enrichissait du système le plus complet de communications par eau, grâce à l'initiative prise par le duc de Bridgewater, aidé du célèbre Brindley, qui, de simple charpentier de moulins, s'éleva aux conceptions les plus difficiles de l'art. Après lui se sont distingués, Smeaton, dans la construction du canal calédonien; Rennie, dans la confection de la plupart des grands canaux et ports de l'Angleterre; Telford et Mac-Adam, dans le tracé et l'amélioration des routes.

cial d'ingénieurs auquel serait confiée l'exécution des travaux publics relatifs aux routes et aux ponts, ou, comme on disait alors, aux *ponts et chaussées*. C'est la même institution qui existe encore aujourd'hui sous la même dénomination, bien qu'elle ait subi des modifications diverses sous les difféents, gouvernements qui se sont succédé en France depuis sa création.

A côté des ingénieurs des ponts et chaussées, chargés spécialement des travaux au compte de l'Etat, se sont élevés d'autres ingénieurs qui, à l'imitation des ingénieurs libres de l'Angleterre, ont pris le titre d'*ingénieurs civils*. Ces derniers dirigent les travaux exécutés par des compagnies ou des particuliers, et on leur doit cette multitude de ponts suspendus exécutés récemment, ainsi que les chemins de fer, en trop petit nombre, que la France possède.

Il a été publié d'excellents ouvrages sur diverses parties de l'art de l'ingénieur, mais nous manquons d'un bon traité; car on ne saurait donner ce nom, malgré son titre ambitieux, à l'*Encyclopédie de l'ingénieur*, par Delaistre. C'est encore dans les ouvrages originaux que l'élève doit chercher une instruction solide, c'est-à-dire dans l'*Architecture hydraulique* de Belidor, les *Œuvres* de Perronnet, et la description de grands travaux publiés par de Cessart, Gauthey, Andréossi, Dutens, etc.

Ingénieurs mécaniciens. L'antiquité nous offre dans Archimède le type le plus remarquable du savant qui sait appliquer aux objets d'utilité immédiate les hautes théories de la science et les sublimes conceptions du génie. L'histoire nous a transmis le récit des machines extraordinaires qu'il employa à la défense de Syracuse contre les Romains et qui firent l'admiration générale. Archimède eut le double mérite de créer les premières notions de la science mécanique et d'en faire les applications les plus ingénieuses.

Nous ne connaissons pas les hommes utiles qui inventèrent les moulins à eau, les moulins à vent et la plupart des machines d'un usage général qui remontent aux temps anciens. Mais les modernes, plus reconnaissants, ont conservé le nom des ingénieurs qui ont illustré le dernier siècle.

Le plus ingénieux, sinon le plus utile des mécaniciens, a été

sans contredit Vaucanson, célèbre par ses merveilleux automates non moins que par ses belles machines à ouvrer la soie.

A côté de lui s'est placé Arkwright, qui, de simple barbier, s'est élevé, par son génie naturel, au titre de fondateur de la plus belle peut-être des industries modernes, la filature mécanique du coton, de la laine et du lin, et qui a amené une révolution dans les manufactures d'étoffes.

Mais la série de travaux la plus remarquable en mécanique pratique a été certainement celle de la création et des applications des machines à vapeur. On sait quelle part y ont prise Papin, Watt, Evans, Fulton, et tant d'autres ingénieurs et mécaniciens qui ont cherché à perfectionner ce puissant moteur et à en étendre l'usage dans les manufactures et dans les mines, sur les rivières et sur les mers, sur les chemins de fer et même sur les routes de terre et les canaux. (Voyez Machines a vapeur et Moulin.)

Ingénieurs hydrauliciens. L'hydraulique, ou l'art d'élever, de conduire, de distribuer des eaux, a été en partie connu et pratiqué par les anciens. Archimède découvrit les lois fondamentales de l'hydrostatique et de l'équilibre des fluides, et il en fit une application heureuse au problème de la couronne d'Hiéron, qu'il reconnut par ce moyen n'être pas composée d'or pur. La vis qui porte son nom est une des machines les plus simples pour élever l'eau à une hauteur médiocre, et l'on s'en sert encore aujourd'hui pour les épuisements.

Environ un siècle après, Ctesibius et son disciple Héron inventèrent les pompes, le siphon recourbé et la fontaine de compression, qu'on nomme toujours la fontaine d'Héron.

Tout le monde connaît les beaux ouvrages des Romains pour amener et distribuer les eaux à Rome, ainsi que les magnifiques aqueducs du Gard, de Lyon et de tant d'autres villes; mais l'histoire ne nous a pas conservé les noms des ingénieurs qui élevèrent ces monuments.

Dans les temps modernes, les ingénieurs se sont livrés à des travaux moins brillants, mais peut-être plus utiles. Ainsi, Adam de Cripone, par son canal de dérivation de la Durance, a transformé les campagnes arides de la Provence en des jardins dé-

licieux ; d'autres ingénieurs ont opéré les mêmes merveilles dans les plaines de la Lombardie et du royaume de Valence.

Sous Louis XIV, les travaux hydrauliques reprirent un aspect de grandeur, aux dépens de l'utilité ; pour élever les eaux sur le plateau aride de Versailles, on fut obligé de recourir aux moyens les plus extraordinaires. Lahire et Picard furent chargés de dresser un projet pour amener les eaux de la Loire jusqu'à Versailles à travers les plaines de la Beauce ; Vauban dirigea les travaux du canal souterrain dérivé de l'Eure, et du grand aqueduc de Maintenon ; mais les finances du grand roi n'ayant pu suffire pour amener à fin ces projets gigantesques, il fallut bien se contenter des eaux de la Seine, et Rennequin résolut le problème d'élever ces eaux à 500 pieds de hauteur, au moyen de la fameuse machine de Marly.

Le XVIII[e] siècle vit encore s'élever plusieurs de ces constructions colossales, dont les plus remarquables sont sans contredit l'immense aqueduc de Lisbonne, aux arceaux de 70 mètres de hauteur ; et l'aqueduc de Montpellier, à double rang d'arceaux les uns sur les autres. Mais depuis lors, les progrès de la science hydraulique ont permis d'arriver aux mêmes résultats par des moyens plus simples et moins dispendieux, et les moindres villes ont pu se procurer les eaux nécessaires à leur usage sans se grever des dépenses énormes qu'on faisait autrefois. De plus, l'art s'est enrichi de ressources nouvelles, entre autres de fontaines jaillissantes ou PUITS ARTÉSIENS, des BÉLIERS HYDRAULIQUES, inventés par Montgolfier, des AQUEDUCS suspendus, etc.

L'art n'a encore utilisé au service des villes et de l'agriculture que la moindre partie des eaux qui coulent au-dessus et au-dessous de la surface terrestre ; il reste bien des projets et des entreprises à réaliser, et la carrière ouverte aux conceptions et aux travaux de l'ingénieur hydraulicien ne paraît pas avoir de limite prochaine.

De l'organisation des corps d'ingénieurs. Dans la plupart des pays, les ingénieurs forment une profession libre et indépendante (sauf toutefois les ingénieurs militaires, qui font nécessairement partie de l'armée), aussi prennent-ils alors par opposition le nom d'ingénieurs civils, et sous ce titre générique

ils s'occupent à volonté de routes, de canaux, de mines, de machines, d'hydraulique, d'exploitations rurales ou industrielles.

En France, au contraire, les diverses branches de l'art de l'ingénieur sont livrées au monopole de quelques corps privilégiés, et ce sont les plus importantes, comme les routes, les canaux, les ports, la navigation fluviale.

S'il est permis de juger des institutions par leurs résultats, on peut dire que jamais système n'a été plus funeste à la France que celui de son administration de travaux publics.

Tandis que le système de liberté développait spontanément, en Angleterre et aux Etats-Unis, une masse énorme de travaux publics et d'améliorations intérieures, le monopole administratif étouffait en France les projets les plus utiles, paralysait les efforts du particulier et du gouvernement, entravait même l'exécution des décrets énergiques de la Convention et de l Empire, laissait dépérir inachevés des travaux commencés depuis un demi-siècle, lorsqu'il y a vingt ans, Louis XVIII, éclairé par l'exemple de l'Angleterre, voulut réaliser en France un vaste système de canalisation; ses grandes vues, bientôt dénaturées et rapetissées par la bureaucratie, ne purent se réaliser; ni ce prince, ni son successeur, ni même le chef de la dynastie nouvelle, n'ont vu achever encore les quelques travaux entrepris, et cependant on y avait consacré des sommes énormes de temps et d'argent; on y avait employé les ingénieurs les plus savants, et de tout cela il n'est résulté qu'une plaie pour le trésor sans compensation pour le commerce.

Une conception nouvelle, les chemins de fer, paraît devoir renouveler la face du monde; elle est accueillie partout avec enthousiasme; mais en France l'administration privilégiée la repousse d'abord, puis s'en empare, se fait attribuer le monopole des projets, et, sous cette nouvelle forme, ajourne indéfiniment ces grandes améliorations. La France, déjà en arrière pour les routes, les canaux, la navigation, le sera encore pour les chemins de fer.

Cependant cette nation, éminemment progressive, n'est pas destinée à se traîner toujours sous une administration inerte et exclusive; bientôt sans doute elle secouera ces entraves, et,

riche du talent de ses ingénieurs affranchis, elle reprendra, parmi les nations les plus avancées, le rang industriel qu'elle n'eût dû jamais perdre.

Dans les travaux mêmes qui, par leur nature, restent forcément sous la direction de l'administration, nous pensons qu'on reconnaîtra la nécessité d'imprimer une marche plus active; ainsi les *travaux topographiques* commencés ou repris depuis vingt ans, nous donnent à peine un dixième des feuilles de la carte de France, et si l'on ne change de maître, ils ne seront pas achevés dans le cours d'un siècle. L'utilité, ou plutôt la nécessité de ces documents, base de toutes les améliorations nouvelles, n'est pas contestée; mais les ingénieurs et les agents qui y concourent sont en trop petit nombre, et d'ailleurs peu encouragés; la majeure partie des fonds se dissipe en frais généraux et administratifs. Il faudrait supprimer les états-majors inutiles, multiplier les travailleurs effectifs, et surtout organiser le travail de manière à ne payer qu'en raison de l'activité des collaborateurs et en proportion de l'ouvrage effectué; il faudrait de plus, en temps de paix, employer à ces mêmes travaux les officiers du génie et de l'artillerie, qui aujourd'hui végètent inutilement dans leurs casernes ou dans leurs magasins. On pourrait alors espérer de terminer en dix ans une œuvre qui ferait la gloire des ingénieurs français et serait d'un service infini pour toutes les améliorations futures du territoire.

Des écoles d'ingénieurs. L'Ecole Polytechnique est la pépinière d'où sortent aujourd'hui les élèves destinés aux divers services de l'Etat. Cette célèbre école, imitée depuis chez presque toutes les nations, fut d'abord instituée, en 1794, sous le nom d'*Ecole centrale des travaux publics*. C'est la Convention nationale qui réalisa cette conception de Monge à une époque où la France, attaquée par l'Europe entière, réclamait le secours d'ingénieurs habiles et était menacée de n'en pas trouver. Peu de temps après, on lui donna le nom d'*Ecole Polytechnique*, et on fixa ses relations avec les *écoles d'artillerie*, *du génie*, *des ponts et chaussées*, *des mines*, *des constructeurs de vaisseaux* et *des ingénieurs géographes*. Cette école a subi depuis, sous les divers gouvernements qui se sont succédé, de nombreuses modifications, dont plusieurs ont été des amélio-

rations réelles et ont augmenté l'importance de l'institution. Le but général de l'école est de répandre l'instruction des sciences mathématiques, physiques, chimiques, et des arts graphiques; son but spécial est de former des élèves qui, après avoir passé par les *écoles d'application*, doivent alimenter les corps du *génie militaire*, de *l'artillerie de terre et de mer*, des *ponts et chaussées*, des *mines*, du *génie maritime*, des *ingénieurs hydrographes*, des *poudres et salpêtres*, et de *l'état-major*.

L'École Polytechnique et les écoles d'application ont rendu déjà d'immenses services à l'industrie française; mais nous croyons qu'il serait possible d'augmenter encore leur utilité en rendant leurs cours accessibles au public, comme le sont ceux des écoles de médecine, de droit et des facultés des sciences, et en délivrant des certificats de capacité à ceux des élèves externes qui en désireraient et en seraient jugés dignes. C'est alors seulement que serait pleinement rempli le but général de ces institutions, c'est-à-dire la diffusion des connaissances théoriques et pratiques nécessaires dans toutes les branches de l'industrie et des services publics. MELLET.

INJECTION. Voy. MACHINES A VAPEUR.

INONDATION (*Administration.*) Ce que nous avons dit des principes généraux applicables aux incendies, concerne en tous points les inondations. Ici, comme dans le premier cas, les lois de 1790 et 1791 ont dû laisser à l'autorité locale le soin de prendre des mesures pour préserver ou arrêter le mal, pour maintenir le libre cours des eaux, en limitant toutefois l'exercice de ce pouvoir aux cas où ces mesures pourraient intéresser plusieurs départements. L'intervention des préfets serait alors nécessaire.

En vertu des pouvoirs qui leur sont confiés, les maires, dans le but de prévenir les effets d'une inondation, peuvent ordonner la destruction immédiate de tous les batardeaux et obstacles qui pourraient arrêter et faire grossir les eaux; le curage et l'ouverture des canaux; ces dispositions se font aux frais des propriétaires, et dans le cas où ils refuseraient ou négligeraient de faire les travaux, ils sont passibles d'une amende de 6 à 10 francs.

Aussitôt après l'écoulement des eaux, les autorités doivent

s'occuper de faire dresser des procès-verbaux pour constater les pertes éprouvées.

L'inondation donne lieu à un dégrèvement de contribution.

L'inondation dont nous venons de parler est l'inondation naturelle ou par force majeure; mais il peut arriver qu'une inondation soit occasionnée par des travaux faits sur un fonds supérieur au préjudice des fonds inférieurs. Les circonstances ne sont plus alors les mêmes, et tout en laissant à l'autorité municipale le soin de prendre les mesures d'urgence que peut nécessiter cette inondation, la loi a dû atteindre, soit civilement, soit criminellement, l'auteur de ces dommages. Ainsi, elle punit d'une amende qui ne peut excéder le quart des restitutions et dommages-intérêts, ni être au-dessous de 50 francs, les propriétaires ou fermiers, ou toutes personnes jouissant de moulins, usines ou étangs, qui, par l'élévation du déversoir de leurs eaux au-dessus de la hauteur déterminée par l'autorité compétente, ont inondé les chemins ou les propriétés d'autrui; s'il est résulté du fait quelques dégradations, la peine, outre l'amende, est un emprisonnement de six jours à un mois.

Si ce délit est commis par des gardes champêtres ou forestiers, ou par des officiers de police, à quelque titre que ce soit, la peine d'emprisonnement est d'un mois au moins; et d'un tiers au plus en sus de la peine la plus forte qui serait appliquée à un autre coupable du même délit (1).

Ajoutons comme complément de ces dispositions, suivant plusieurs arrêts de la Cour de cassation, que la loi qui défend d'inonder l'héritage de son voisin, n'est pas violée par cela seul qu'on a fait une construction qui peut occasionner, au cas de crue des eaux, l'inondation de l'héritage; que c'est au pouvoir judiciaire et non à l'autorité administrative qu'il appartient de statuer sur les demandes en dommages-intérêts formées par les propriétaires des fonds contigus à une rivière non navigable ni flottable, contre le propriétaire d'un moulin bâti sur cette rivière, à raison des inondations qu'il cause dans leurs héritages, par la trop grande hauteur à laquelle il tient les eaux; que lorsque les eaux d'un moulin endommagent les propriétés voi-

(1) Voyez Code pénal, art. 457, 462, 475, 478, et la loi du 29 floréal an x.

sines, c'est à l'administration et non aux tribunaux que les voisins doivent porter leur réclamation, si le dommage est résulté de l'exécution d'un arrêté administratif. (Arrêts de cassation des 16 frimaire an XIV, 25 mai 1810, 25 août 1808.)

Les dispositions concernant les inondations se lient étroitement à la législation des cours d'eau et de la navigation, et comme nous aurons occasion d'y revenir, nous n'en avons donné ici qu'un aperçu succinct, nous réservant de traiter au mot NAVIGATION, tout ce qui concerne les cours d'eau; ce sujet est d'un puissant intérêt pour l'industrie agricole, manufacturière et commerciale. A. T.

INSPECTION DES MACHINES. (*Mécanique.*) L'inspection et l'entretien des machines contribuent plus qu'on ne pense à la prospérité d'un établissement, parce que le moindre défaut de soin entraîne des réparations coûteuses, et des chômages infiniment plus coûteux encore. Une machine négligée éprouve, en effet, des frottements durs qui causent immédiatement une perte de force, et qui sont bientôt suivis de la ruine des coussinets de bronze sur lesquels roulent les tourillons, et même de la destruction des dents des roues ou des pignons. Entre plusieurs exemples, j'en citerai un que j'ai remarqué dans un moulin de campagne, dont le fermier insouciant ne graissait que fort rarement les engrenages. Le frottement des alluchons de cormier, et de la poussière qui se déposait dessus, avait usé, en moins d'un an, le tiers de l'épaisseur des ailes des pignons en fonte, qui avaient cependant été construits avec beaucoup de régularité.

Tous les usiniers connaissent les inconvénients de l'échauffement d'un tourillon produit presque toujours par un déplacement de la coquille, inconvénients auxquels la substitution récente de la fonte au bronze, dans la construction des coussinets, est fort loin de remédier. Ils n'ignorent pas davantage les effets nuisibles d'un frottement inégal et irrégulier, et de toute dégradation de quelque espèce qu'elle soit, dans les parties actives d'une machine, lorsque cette dégradation n'est pas réparée sur-le-champ. Un manufacturier prévoyant ne doit donc pas se décharger entièrement sur des contre-maîtres de la visite de ses ateliers. Il leur confiera sans doute une grande partie de ce soin, mais il réservera pour lui-même la haute inspection, et ce sera

surtout pendant la marche de l'usine qu'il exercera cette surveillance. En examinant tous les organes de ses machines, en prêtant l'oreille, et en posant la main sur les appuis et sur les bâtis, il distinguera tout bruit ou tout frémissement insolite, et en recherchera la cause pour y porter remède.

Les arbres de couche et les arbres verticaux exigent surtout une attention particulière; dès que la direction n'en est plus parfaitement rectiligne, et perd l'aplomb ou le niveau, ces arbres se tourmentent beaucoup dans les jonctions et dans les paliers, et fatiguent considérablement les engrenages. Indépendamment des vérifications ordinaires, on est averti de ces accidents par le cri aigu que font entendre les manchons de jonction, ou les tourillons dans les coussinets, ainsi que par les oscillations et l'ébranlement des supports. Il faut aussitôt rétablir ces arbres dans la position convenable.

C'est ordinairement pendant les interruptions du travail, et surtout pendant les heures des repas, qu'on graisse et qu'on huile les organes mobiles d'une usine; mais plusieurs machines exigent qu'on prenne ce soin beaucoup plus souvent encore. Nous ne croyons pas devoir insister davantage sur ces observations, que nous pouvons résumer toutes en recommandant aux manufacturiers d'apporter, dans l'entretien de leurs mécanismes, l'ordre et la vigilance que réclament dans toutes leurs parties les opérations industrielles. J.-B. VIOLLET.

INSTRUMENTS A CORDES ET A VENT. (*Phys. et technol.*) Nous avons donné dans les deux articles ACOUSTIQUE et ACCORDEUR quelques notions générales sur l'application de la théorie des vibrations sonores à l'art musical. On a pu comprendre, à l'aide du premier, les rapports qui unissent cet art et cette théorie, et apprécier les principes de l'harmonie. La nécessité d'une altération des notes rigoureuses dans les instruments à sons fixes, la substitution, à ces notes, d'autres notes également espacées dans l'intervalle de chaque octave; en un mot, le système du tempérament égal, ont été exposés dans le second de ces deux articles, et nous avons joint à cet exposé sommaire une indication de la marche à suivre par les *accordeurs* pour régler le piano, la harpe, la guitare, la mandoline, la vielle, etc. Pour compléter cet enseignement, autant que nous le permettent la nature spéciale et les dimen-

sions de ce Dictionnaire, nous allons entrer dans quelques détails sur la technologie des deux classes d'instruments à cordes et à vent, et sur les lois générales des vibrations des cordes et des colonnes d'air renfermées dans les tuyaux.

Aperçu sur la théorie générale des vibrations des cordes.

Les lois principales auxquelles obéissent tous les instruments à cordes peuvent être ainsi résumées : toute corde tendue qu'une cause quelconque a écartée de sa position, oscille autour de cette position, en diminuant peu à peu l'étendue de ses oscillations, jusqu'à ce que la résistance de l'air, les frottements des points d'appui, et les résistances opposées par les dérangements qu'éprouve la disposition moléculaire du corps, aient usé la force première.

Les cordes de même matière, de même diamètre et également tendues, oscillent ou vibrent avec une rapidité inverse de leurs longueurs.

Les cordes de même matière, de même diamètre et de même longueur, vibrent avec une rapidité proportionnelle à la racine carrée de leur tension.

Les cordes de même matière et de même longueur, également tendues, vibrent avec une rapidité inverse de leur diamètre.

Les cordes de même diamètre, de même longueur, également tendues, mais de matières différentes, vibrent avec une rapidité inverse de la racine carrée de leur densité.

Ces densités mesurent les inerties diverses des cordes de diverses matières.

La rapidité plus ou moins grande des vibrations constitue, on le sait (voy. Acoustique et Accordeur), le ton de la note rendue : mais quant à l'intensité du son, quant à l'*expression* plus ou moins puissante, elle dépend de l'étendue ou, comme disent les physiciens, de l'*amplitude* des mouvements oscillatoires de la corde. On conçoit, en effet, que l'on puisse écarter plus ou moins la corde de sa position de repos, sans faire *sensiblement* varier sa tension, et, par suite, sans changer ni la rapidité des vibrations, ni le ton ; or, ces mouvements plus larges seront partagés par l'air, qui viendra aussi frapper le tympan de

l'oreille avec plus de puissance. Le son sera plus enflé, plus perceptible à de grandes distances, mais la note sera la même qu'auparavant. Il est évident qu'un trop grand écartement de la corde changera sa tension et lui fera rendre, par conséquent, dans sa première oscillation, un son un peu plus élevé ; un instant après, elle sera revenue à l'amplitude ordinaire de ses oscillations, et à son état de tension moyenne ; alors la note rendue sera plus basse.

Toutes les fois que la corde sera abandonnée à elle-même, l'intensité des sons ira diminuant avec l'amplitude des oscillations ; or, c'est là un défaut capital. Il faut, en effet, dans la plupart des cas, pouvoir soutenir l'intensité du son produit. Sans cette condition, pas de chant proprement dit possible.

Sans doute, il entre quelquefois dans l'effet musical de laisser mourir un son en s'affaiblissant ; mais c'est là une rare exception. Donc les instruments dont les cordes seront pincées, comme la harpe et la guitare, ceux dont les cordes seront frappées, comme le piano, seront, sous ce rapport, dans un état d'infériorité réelle ; et ici, qu'on le remarque bien, il n'est pas question de la fixité de leurs sons, cette autre imperfection non moins grande. Par contre, le violon, la basse et tous les instruments dont les cordes peuvent être maintenues dans un état constant de vibration par le frottement d'un archet, seront supérieurs aux premiers. Notez que ce frottement de l'archet peut être modéré, et dans sa vitesse, et dans sa pression sur la corde, par la volonté de l'exécutant, et que, dès lors, l'*expression* est complète. Malheureusement le frottement de l'archet, même dans la plupart des mains habiles, donne au son quelque chose de désagréable, ou du moins d'irritant pour bien des organisations musicales.

Parmi les expériences faites dans les cours de physique sur les vibrations des cordes, il en est deux qui fournissent des applications curieuses à la théorie des instruments de musique.

1° Concevez que l'on place à côté l'une de l'autre deux cordes également tendues, de même nature, de même diamètre, mais de longueurs diverses, et dans un rapport simple ; la première étant, je le suppose, le triple de la seconde, si vous faites vibrer la plus courte des deux, l'autre vibrera tout aussitôt,

comme si elle était divisée en trois parties égales chacune à la plus courte des deux cordes, et que chaque tiers formât une corde séparée, vibrant à part. Si, pour constater ce fait de la trisection, vous posez, à cheval sur chaque tiers et sur les deux points de partage, cinq petits morceaux de papier, les trois premiers sautilleront et seront même chassés au loin, si les oscillations sont étendues, tandis que ceux des points de passage se mouvront à peine. Semblable résultat sera obtenu si la plus courte des deux cordes est une fraction aliquote de la grande, autre que le tiers: on fractionnera chaque fois la grande corde en parties égales à la plus petite, au moyen de chevalets de papier.

2° Si l'on divise une corde tendue en deux parties qui soient dans un rapport simple, comme 2 et 3, au moyen d'un chevalet qui la presse à peine, ou au moyen de tout autre obstacle léger. les deux portions rendront, quoique irrégulièrement longues, le même son, si on les attaque: et ce son sera précisément celui que rend, prise à part, une petite corde égale en longueur à la moitié de la première, ou au tiers de la seconde. Les deux portions de la corde en question se fractionnent donc elles-mêmes en leur commune mesure; c'est, en effet, ce qu'on vérifie au moyen de petits chevrons de papier placés aux points de division et aux milieux des parties aliquotes.

Ces expériences, et d'autres encore, ont conduit à ce principe, que non seulement une corde mise en vibration oscille dans toute son étendue, mais que chacune de ses deux moitiés oscille aussi séparément; que chacun de ses tiers, de ses quarts, etc., opère de même son mouvement propre; toutes ces oscillations, toutes ces courbures, pouvant, en effet, se marier ensemble. L'oscillation de la corde entière donnant un son quelconque, celle de chaque moitié donnera l'octave, celle des quarts donnera la double octave, etc., etc.; en effet, les musiciens savent qu'une corde de basse largement attaquée fait entendre, avec la note qui répond à toute sa longueur, les octaves et les autres harmoniques de l'accord parfait.

Instruments à cordes dont les sons sont en nombre illimité.

Violon, alto, violoncelle, contre-basse. Sous les différents noms

que nous venons d'indiquer, la science acoustique ne voit que des variétés d'un même instrument, variétés qui diffèrent par les dimensions, le nombre et la nature des cordes, et surtout par l'expression musicale, mais qui sont composées des mêmes éléments. Dans tous, en effet, ce sont des cordes tendues, dont on raccourcit à volonté la partie vibrante, en appuyant les doigts sur un de leurs points, et les pressant sur un *manche* résistant; dans tous, une *caisse*, formée de lames minces d'un bois élastique, entre en vibration avec les cordes, en renforce le son, et en modifie les qualités; dans tous, l'air est contenu dans la caisse, air qui vibre avec la caisse elle-même, communique avec l'atmosphère enveloppante au moyen d'*ouïes* ou d'ouvertures auxquelles on donne, en général, la forme d'une S; dans tous, un *chevalet*, pièce importante et délicate, porte les cordes; dans tous, les cordes sont tendues au moyen de *clefs*; et dans tous enfin, les cordes sont ébranlées par le frottement d'un *archet*.

De tous ces instruments, le plus petit est celui qui prend plus spécialement le nom de *violon*. L'*alto* ou *quinte*, ou *alto-viola*, a des dimensions plus grandes; puis vient le *violoncelle* ou *basse*, d'une taille deux fois au moins plus considérable, qui est destiné plus particulièrement à rendre des sons plus graves, et à accompagner toute musique d'orchestre, mais qui peut aussi s'élever aux sons aigus, et rivaliser en quelque sorte avec le violon pour le chant, la variété et la rapidité des traits. Enfin la *contre-basse*, de dimensions beaucoup plus grandes, et garnie de cordes très massives, ne sert qu'à la production des notes graves qui soutiennent la masse de l'harmonie.

Le violon, l'alto et le violoncelle ont quatre cordes; la contre-basse en a une de moins. Dans le violon, les cordes, tendues et vibrant dans toute leur longueur, doivent rendre les sons *sol, ré, la, mi*; dans l'*alto* et le violoncelle, ces notes seront *ut, sol, ré, la*. L'alto et le violon ont leur *la*, à vide, à l'unisson. Le *la* de la basse est d'une octave au-dessous. Enfin, les cordes de la contre-basse rendent le *sol*, le *ré*, le *la*, à une octave au-dessous de ceux du violoncelle.

On appelle chanterelle la plus fine des cordes des violons. L'*ut* et le *sol* du violoncelle et de l'alto, et le *sol* du violon, sont

des cordes recouvertes d'un fil de laiton. Les autres cordes sont en boyau seulement.

Il est bien difficile de se prononcer sur les qualités et sur la facture des violons quand ils sont nouveaux. Les amateurs pensent, en général, qu'un violon récemment sorti des mains du luthier ne doit pas avoir les qualités d'un ancien violon. Le temps seul, disent-ils, doit amener, par une suite de vibrations multipliées, les diverses parties de cet instrument à un certain état de perfection. Quand cet effet est produit, les anciens violons ne peuvent plus s'améliorer; ils se maintiennent quelque temps, mais ensuite ils vont s'affaiblissant par d'imperceptibles nuances, et enfin ils vieillissent et ne peuvent plus jouer le concerto avec toute la vigueur désirable. Il faut alors se borner à les employer dans l'exécution des quatuor. Nombre de violons en sont là, et de ceux qui nous viennent des plus célèbres facteurs. Un violon jeune, disent les amateurs, doit pécher par excès de nerf; sa dureté tient à son premier âge; ses fibres doivent se modifier avec le temps, et les sons qu'elles rendent, gagner en rondeur, en douceur, en pureté, tout en conservant de l'éclat et de la fermeté.

Cette opinion, nous devons l'avouer, a été combattue, non sans quelque apparence de raison, par des savants et des fabricants de notre époque. S'il est un homme capable, et par sa position scientifique, et par la force de ses doctrines, et par la valeur réelle de ses résultats pratiques, de vaincre les préjugés en fait de construction d'instruments de musique, c'est sans contredit M. Savart, membre de l'Institut, auteur de tant de travaux du premier ordre sur l'acoustique. M. Savart a appliqué à la question spéciale de la fabrication des violons sa profonde connaissance de l'état moléculaire des corps et de leur état vibratoire; il a construit et soumis à l'examen des artistes les plus célèbres un violon construit sur de nouveaux principes; des amateurs exercés n'ont pu distinguer les sons rendus par ce violon de ceux que rendaient les violons des meilleurs maîtres; mais l'instrument de M. Savart avait une forme différente de la forme usuelle, et les habitudes ont prévalu.

Les violons ordinaires ont, chacun le sait, une forme très contournée; une échancrure en croissant est faite vers le milieu

des longs côtés de la caisse de l'instrument, afin de donner passage à l'archet. M. Savart estime que ces échancrures, qui diminuent la longueur d'un grand nombre des fibres du bois, et dans des rapports quelconques, nuisent à l'ensemble et à la régularité des vibrations. Il rejette, par le même motif, les planches rabotées, courbées en différents sens, dont sont composés les anciens violons, et il construit ainsi son instrument : deux tables minces sont tirées d'une planche fendue dans le sens des fibres longitudinales ; celle qui doit former la *table* supérieure, porter le chevalet et éprouver la pression des cordes tendues, est, dans sa région moyenne, un peu plus épaisse que vers les bords. Pour permettre au chevalet d'attaquer facilement les cordes, et suppléer aux échancrures des anciens violons, M. Savart emploie un chevalet plus haut que les chevalets ordinaires.

Dans le violon de M. Savart, les deux tables vont en se rétrécissant vers le manche, afin que les doigts de la main gauche puissent facilement atteindre les cordes, et les presser sur le manche. La forme de ces tables est un trapèze symétrique allongé, dont le plus petit côté est par conséquent du côté des clefs.

Outre la comparaison des sons produits par le violon nouveau et par les meilleurs violons des anciens maîtres, M. Savart a eu recours à une démonstration indirecte que voici. Lorsqu'on fait vibrer des lames minces de bois, de verre, de métal, etc., soit en frottant sur leurs bords un archet, soit par tout autre moyen, et qu'on saupoudre ces lames d'une couche mince de sable fin, ce sable partage les mouvements de la lame ; il sautille là où les vibrations sont les plus considérables, s'écarte de ces lieux, et va s'amasser là où les vibrations sont ou nulles, ou du moins plus faibles, et dessine ainsi des figures géométriques, rectilignes ou curvilignes, dont la forme particulière correspond à la manière dont la lame a été ébranlée et à la *note* qu'elle a rendue.

La régularité des figures géométriques obtenues dans les expériences que nous venons d'indiquer est un signe de la pureté du son. Or, en saupoudrant de sable des violons, et faisant vibrer les tables, suivant la manière accoutumée, à l'aide des cordes qu'ébranlait l'archet, M. Savart a montré 1° que les inégalités d'épaisseur des plaques de bois nuit à la régularité

des figures; 2° que toutes les parties d'un violon entrent en vibration chacune à sa manière; 3° que la transmission des vibrations de la table supérieure à la table inférieure s'opère d'une façon très différente, suivant que l'on donne telle ou telle place, soit au petit support en bois qui fait communiquer ces deux tables, et qu'on appelle *âme*, soit à la *barre*, petite lame de bois qui est collée sur la face interne de la table supérieure et dans le sens de la longueur.

Un fabricant de violon, dont le nom jouit de quelque célébrité, M. Wuillaume, a tenté, mais en suivant une tout autre route que celle de M. Savart, de combattre l'opinion qui ne reconnaît comme bons que les violons anciens. Il a essayé de copier, jusque dans les moindres détails, les instruments les plus estimés des constructeurs les plus célèbres. Il imite jusqu'aux égratignures, aux accidents de toute sorte, à la détérioration du vernis, qui ont, avec le temps, altéré la surface de ces violons. Mais nombre d'amateurs distingués se refusent à reconnaître l'identité des sons des copies et des modèles; l'apparence seule est identique, la qualité ne l'est pas. Quoi qu'il en soit, nombre de ces pastiches ont été vendus et se vendent journellement pour des instruments des anciens constructeurs.

Le violon se joue aujourd'hui à un diapason plus élevé qu'autrefois; aussi les cordes sont-elles plus tendues qu'elles ne l'étaient à cette époque. On estimait alors à 13, 15, 17 et 19 livres les tensions qu'éprouvaient les cordes du violon. La somme de ces tensions était donc de 64 livres; aujourd'hui la tension totale est de 80 livres; de plus grosses cordes ont été employées.

Les tables des violons sont faites en bois sec et élastique: celle du dessus est en sapin d'un grain assez large et aussi égal que possible. Un épaulement intérieur, pratiqué à l'extrémité de cette table, reçoit le talon du *manche* du violon. La table du dessous est en hêtre et de deux pièces collées dans le sens de la longueur. Les bandes latérales, ou *éclisses*, qui réunissent les deux tables, sont en hêtre; on les courbe à chaud et en les rendant humides. Les tables sont courbées à l'aide de moules chauds, quand il s'agit de violons communs; mais, pour les instruments de prix, le bois est travaillé à l'aide de rabots et de racloirs.

Le *manche*, qu'au premier abord on prendrait pour une pièce d'une forme indifférente, est, pour les amateurs, un objet d'art auquel ils attachent un certain prix. Ce manche, terminé en *volute*, a pour eux plus ou moins de grâce, et on en a vu qui ont été payés seuls de 200 à 300 fr.

Dans le manche est creusé un sillet ou *sommier*, dans lequel s'étendent les cordes qui viennent s'enrouler sur des chevilles ou clefs, deux à droite, deux à gauche, à têtes plates, lesquelles chevilles traversent le sillet et frottent dans des trous faits au manche. Les autres extrémités de ces cordes s'attachent à une pièce plate et oblongue, qui, elle-même, est retenue, par un bout de grosse corde à boyau, à un bouton implanté dans le bout de la caisse; l'éclisse est, à cet effet, garnie en cet endroit d'un contrefort.

On sait que les cordes sont tendues sur le *chevalet* et sur le *sillet* ou petit filet en ivoire ou en ébène, qui s'élève d'une ligne environ au-dessus du manche et à son extrémité antérieure. Le chevalet doit s'appliquer exactement sur la table, et être fait tout exprès pour le violon, sans quoi les sons seraient nazillards. Bien souvent, il est arrivé que des violons ont été démontés, remaniés vingt fois, pour corriger ce son nazillard, tandis que la cause ignorée du mal était dans le chevalet seul.

La longueur de la *touche* n'est pas laissée au caprice du luthier, et doit être proportionnée à la distance qui sépare le sillet des ouïes. Avec le temps, les cordes tracent des sillons qu'il faut effacer en usant la pièce. Ces réparations finissent par amoindrir la touche à un tel point, qu'elle devient trop mince et doit être changée.

On applique un vernis sur les pièces des violons avant même qu'elles ne soient réunies. Les vernis à l'esprit-de-vin sont rejetés, parce que, dit-on, ils rendent les sons secs. Le vernis recherché est à l'huile; mais sa composition est un secret que possèdent peu de luthiers.

On prétend que le violon est d'invention française. Vers le milieu du XVI[e] siècle, les frères Amati fabriquaient à Crémone des violons précieux. Après eux, leurs enfants et plusieurs autres de leurs élèves ont soutenu la réputation européenne de cette maison. Le plus fameux de ces élèves est Stradivarius, qui

florissait vers 1720, et dont les violons se vendent depuis 2,000 fr. jusqu'à 15,000 fr. Crémone a fourni plusieurs autres luthiers célèbres : Guarnerius, Steiner, Maggini, etc. Nous comptons aujourd'hui à Paris quelques luthiers habiles : M. Wuillaume, dont nous avons déjà parlé ; M. Lacoux, qui copie aussi les anciens, mais sans viser à faire des violons vieux quant aux sons. Il fait, au contraire, des instruments d'un effet vigoureux, qui, avec le temps, s'adoucissent, comme ont fait les Stradivarius. On cite aussi MM. Henri, Laprévotte et Bernardel, de Paris. Comme importance commerciale, il faut mettre en première ligne l'ancienne fabrique de MM. Nicolas, à Mirecourt, qui livre plusieurs centaines d'instruments à archet par semaine, en outre d'une certaine quantité de guitares, de mandolines, d'orgues et de serinettes.

L'archet est d'une telle importance que bien des artistes célèbres aiment mieux jouer sur un violon médiocre avec un bon archet, qu'avec un mauvais archet sur un bon violon. Dans ce dernier cas, il leur serait impossible d'exécuter certains morceaux, tels que *Arte del arco*, de Tartini ; les sonates del Giardino ; *les Saisons*, de Vivaldi ; *les Matinées*, de Gaviniés ; les études de Fiorillo, de Rodes, de Kreutzer, d'Habeneck.

Les qualités de l'archet sont la légèreté, la fermeté et l'élasticité. Dans l'archet, on distingue la *baguette*, la *hausse*, pièce mobile qui glisse dans une rainure, et, au moyen d'une vis, se rapproche de la poignée de l'archet, et tend plus ou moins les *crins*. Feu Tourte, célèbre fabricant d'archets, vendait 60 fr. des baguettes d'archet sans la hausse. Ses archets complets se vendent encore jusqu'à 400 fr. Les meilleurs crins sont ceux que fournissent des jeunes chevaux. Ce crin *vif* est composé, avant sa préparation, d'un brin principal, auquel se réunissent de petits filaments qui s'effilochent et laissent isolé le maître brin. Ces crins sont assortis de longueur et de qualité. La grande majorité des archets vient de Mirecourt, mais ces archets sont, pour la plupart, très communs ; leur prix le plus bas est de 1 fr. environ. Or une mèche seule de bons crins vaut 1 fr. 50 c. Dans les archets bien construits, la hausse ne doit pas *vaciller* dans sa coulisse, à quelque point qu'on l'arrête.

Instruments à cordes et à manche dont les sons sont en nombre limité.

Guitares. La guitare porte cinq ou six cordes à sons fixes, tendues sur une caisse sonore. Cette caisse, ou *boîte*, d'une forme ovale, a, comme le violon, deux dépressions latérales, mais sans angles, et le côté qui est le plus près du manche est le plus petit des deux. La *table* de dessus la boîte se fait en sapin; celle du dessous et les *éclisses* se font en bois apparent, comme l'érable, l'acajou, etc. Comme dans le violon, une ouverture est pratiquée à la *table* supérieure pour permettre à l'air de la caisse de propager ses vibrations au dehors; mais cette ouverture, ou *rose*, est unique et a une forme circulaire.

Le manche de la guitare se fait sans crosse à volutes; à ce manche est collée la *touche*, ou pièce oblongue, sur laquelle les doigts font porter les cordes pour faire varier leurs longueurs. Des *sillets* transversaux divisent la longueur de cette touche et s'avancent même jusque sur la table supérieure. C'est sur ces sillets saillants que viennent appuyer les cordes qu'abaissent les doigts. Les cordes sont attachées, d'un côté, à des chevilles implantées dans le manche, où elles entrent par-dessous, et que l'on tourne sur elles-mêmes pour tendre les cordes; l'autre extrémité, après avoir passé sur un chevalet, va se fixer dans des trous à l'aide de chevilles.

En général, la guitare a cinq cordes, qui, quand elles vibrent dans toute la longueur qui sépare le premier sillet du chevalet, donnent les notes *la, ré, sol, si, mi*. Les cordes du *la* et du *ré* sont filées et à base de soie. Le *la* est celui du violon quand on met un doigt sur la grosse corde filée. Le *mi* est donné par la corde fine, dite chanterelle; il est le même que le *mi* du violon à vide. Quand on ajoute une sixième corde, et cet usage est de plus en plus suivi, elle donne le *mi* grave à la double octave inférieure; cette corde est filée.

Attendu le peu d'importance musicale de la guitare, nous n'entrerons pas dans les détails de la structure ordinaire de cet instrument, et nous nous bornerons à indiquer les caractères particuliers de celles que produit Laprévotte, le meilleur de nos luthiers en ce genre. Dans ses guitares, la table d'har-

monie est intérieurement munie de deux barres ajustées et collées dans le sens du fil du bois; elles ont leur point d'appui sur des contre-éclisses, et passent sous le chevalet. Dans l'ancien système, communément suivi, il y a huit barres au lieu de deux, savoir : quatre sur la table d'harmonie, et quatre au fond ; elles sont collées perpendiculairement au fil du bois, dont elles arrêtent les vibrations. Ces barres, ainsi placées, avaient de plus l'inconvénient de se décoller souvent par suite de cette tendance des barres et des tables à vibrer en sens contraire.

Laprévotte fait ses fonds voûtés et creusés à la manière des violons ; il attribue à cette forme une grande influence sur le volume et la qualité du son. Nous nous bornons à douter de l'exactitude de cette assertion.

Malgré la faiblesse des ressources qu'elle présente, la guitare est encore l'un des instruments les plus répandus. Aux défauts communs des instruments à sons fixes, elle en joint plusieurs qui lui sont particuliers, et notamment la maigreur des sons; mais elle ne demande pour être jouée, tant bien que mal, que quelques mois d'exercice, et, de plus, elle donne des accompagnements en arpèges très faciles; c'est là le secret de sa popularité.

La guitare, on le sait, est l'instrument national de l'Espagne, et on la retrouve en France dans un grand nombre de maisons où l'éducation musicale est encore peu avancée. On a dit que la guitare avait été primitivement imaginée en Arabie, et que de là elle avait passé chez les Turcs et les Persans. Ce qu'il y a de bien certain, c'est que cet instrument, ou du moins son analogue, était connu en France dès le milieu du 1er siècle de notre ère. Dans le IIe, il s'appelait guiterne, et ce nom n'a été changé en celui de guitare que quatre cents ans plus tard.

La guitare, originairement, n'avait que quatre cordes. Les Espagnols lui en donnèrent une cinquième il y a plus de deux siècles, et ce n'est que vers le milieu du siècle dernier que cet instrument a été fait avec six cordes.

La guitare a donné naissance à la grande et à la petite *mandoline* et à plusieurs autres instruments, dont quelques uns portaient des cordes métalliques, et qui, pour la plupart, ont été

abandonnés depuis près de cinq cents ans. La guitare elle-même ne peut que tomber de plus en plus, à mesure que l'éducation musicale se répandra dans les classes moyennes.

Dans les instruments à sons fixes, tels que la guitare, les divisions des manches doivent généralement être espacées de telle sorte que les notes rendues soient distantes du douzième d'octave, c'est-à-dire soient soumises au *tempérament égal*. En partant des lois acoustiques sur les nombres de vibrations qu'exécutent des portions plus ou moins longues d'une même corde tendue avec une force donnée, M. de Prony a calculé les distances auxquelles doivent être placées les divisions fixes des manches. Ces distances, évaluées en partie de la distance totale qui sépare le sillet du chevalet, sont consignées dans le tableau suivant, qui sera d'un grand secours aux luthiers. La distance totale dont nous venons de parler est dans ce tableau représentée par 100; dans la guitare, elle est de 640 à 650 millimètres, et cette longueur peut facilement se subdiviser en 1000 parties.

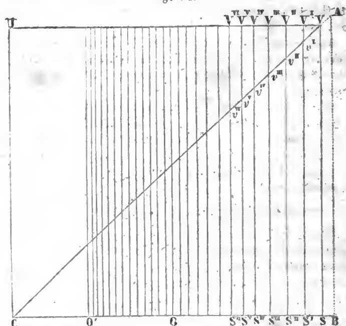
	PREMIÈRE OCTAVE. — DIVISIONS AYANT LEUR ORIGINE		DEUXIÈME OCTAVE. — DIVISIONS AYANT LEUR ORIGINE	
	AU CHEVALET.	AU SILLET.	AU CHEVALET.	AU SILLET.
Ut,	100,000	00,000	50,000	50,000
Ut *dièze*,	94.387	5,613	47,194	52,806
Re,	89 090	10 910	44 545	55.455
Re *dièze*,	84,090	15 910	42,045	57,955
Mi,	79,370	20,630	39.685	60,315
Fa,	74.916	25.084	37,458	62.542
Fa *dièze*,	70.711	29,289	35.355	64,645
Sol.	66.742	33,258	33,371	66,629
Sol *dièze*.	62,996	37.004	31,498	68,502
La.	591,460	40.540	29,330	70.270
La *dièze*.	56,123	43 877	28 062	71.938
Si.	52.971	47,026	26,487	73.513
Ut.	50,000	50,000	25,000	75,000

On pourrait donner à cette table une étendue quelconque;

les nombres de la seconde octave sont, en effet, la moitié des nombres correspondants de la première ; il en serait de même de la troisième octave comparée à la deuxième et ainsi de suite.

On doit aussi au savant que nous venons de nommer un mode de division graphique, indépendant des calculs et de l'emploi de la table qu'on vient de lire.

Fig. 74.



Sur un plan bien dressé et suffisamment grand, on trace deux droites, C B et B A, perpendiculaires l'une à l'autre ; la longueur C B est assujettie à la seule condition de n'être pas moindre que celle de la corde pour laquelle on veut construire une échelle chromatique, et la longueur de B C doit être à celle de A B dans le rapport de 1000 à 943 $\frac{87}{100}$ ou de 650 à 613 1/2.

Ces conditions remplies ; on mènera l'hypothénuse C A ; on portera sur C B une distance C S égale à la longueur de la corde à vide, ou à la distance entre le chevalet et le sillet ; on tracera la parallèle S V à B A, le point V étant sur l'hypothénuse C A ;

Enfin, on achèvera le parallélogramme C S V U, et on opèrera ainsi qu'il suit :

1° Portez S V de C en S' et de U en V', vous aurez une première division chromatique S'; 2° tracez la ligne S' V' qui coupe la diagonale C V en v'; et portez S' v' de C en S'' et de U en V''', vous aurez une deuxième division chromatique S''; 3° tracez la ligne S'' V'' qui coupe la diagonale C V en v'', et portez S'' v'' de C en S''', et vous aurez une troisième division chromatique S''', etc.

Ainsi C représentant le chevalet et S le sillet, C O sera la longueur de la corde qui donnera l'octave, et C O' celle qui donnera la double octave; O S' donnera *ut* dièze; O S'', *ré*; O S''', *ré* dièze, etc.

Si les fabricants adoptaient d'un commun accord des longueurs déterminées, pour la distance du sillet au chevalet, dans chaque espèce d'instrument à son fixe et à manche, on pourrait tracer les divisions à faire sur le manche, sur des règles de métal qui serviraient d'étalons les uns pour la guitare, les autres pour la mandoline, etc.

Instruments à cordes pincées et sans manche, à sons fixes.

Harpes. La harpe est un instrument à cordes, à sons fixes, dont les cordes peuvent prendre plusieurs longueurs différentes. Cette variation de longueur qui, dans la guitare, s'obtient à l'aide de la pression sur un manche garni de sillets, est produite ici par des tiges métalliques que des pédales font appuyer contre les cordes à de faibles distances de l'une de leurs extrémités. Les harpes n'avaient pas anciennement ce mécanisme, dit accrochement, que M. Dixi paraît avoir le premier imaginé, et que Sébastien Érard a tellement perfectionné qu'il lui est généralement attribué.

Personne n'a donné jusqu'ici, si nous ne nous trompons, plus de deux accrochements aux cordes des harpes; chacune d'elles rend trois sons, à savoir : le *bémol* à vide, son *bécarre* au premier accrochement, et le *dièze* au second.

Dans les harpes, telles que Sébastien Érard les a faites, le mécanisme est construit de telle sorte que l'on peut disposer l'in-

strument pour l'accord à tempérament égal, ou pour tout autre système de tempérament. Sauf le cas des doubles dièzes et des doubles bémols, l'exécutant n'est jamais réduit à remplacer l'un par l'autre le bémol d'une corde ou le dièze de la corde inférieure. La clef peut porter depuis sept dièzes jusqu'à sept bémols, sans que le doigté d'un trait soit dépendant de cette armature et que l'exécution soit plus difficile.

L'espacement des cordes de la harpe est, on le comprend, déterminé par ces deux conditions; 1° que l'on n'emploie que les quatre premiers doigts de la main; 2° que le bras se raccourcit ou s'allonge suivant qu'il faut attaquer telle ou telle partie du système des cordes. La position du corps et l'emploi exclusif de quatre doigts sur cinq empêchent que cet espacement des cordes soit le même que celui des touches du piano. Deux cordes à l'octave l'une de l'autre sont à une distanee d'autant plus grande que ces cordes sont plus loin du corps; or les cordes les plus éloignées sont les plus longues et donnent les sons les plus graves. Dans les harpes d'Érard il y a 110 millimètres de distance entre la plus longue corde et celle qui donne l'octave de celle-ci, tandis qu'il n'y a que 95 millimètres de la corde la plus courte à celle qui donne son octave.

Les sons de la harpe sont dus, on le sait, non seulement aux vibrations des cordes seules, mais à celles d'une caisse longue et oblique, sur laquelle les cordes s'attachent par une extrémité.

Un harpiste célèbre, Krumpholz avait imaginé, pour renforcer les sons harmoniques de la harpe, de poser l'instrument sur une table d'harmonie munie de cordes donnant des sons de contrebasse. Ces cordes étaient mises en vibration au moyen de pédales disposées de manière à ne pas gêner le mouvement des pédales ordinaires de la harpe.

Le nombre des cordes de la harpe est ordinairement de quarante-trois. Comme elles sont en boyau, et dès lors sujettes à l'action hygrométrique de l'air, leur grand nombre est une cause de pertes d'accords plus fréquentes que celles auxquelles sont exposés les violons et les guitares.

Instrument à cordes frappées, et dont les sons sont en nombre limité.

Pianos. On sait que dans le piano des *cordes métalliques* sont frappées par de petits *marteaux* auxquels on imprime un mouvement de bascule, au moyen de *touches* rangées parallèlement, et dont l'ensemble forme ce qu'on appelle un *clavier.*

Les pianos ont remplacé les épinettes et les clavecins depuis cinquante ans environ. On les a beaucoup perfectionnés depuis quinze ans, mais ils laissent encore beaucoup à désirer.

Primitivement, les pianos n'embrassaient que cinq octaves; aujourd'hui, ils en ont six et même six et demie. D'abord on ne mit qu'une corde pour une note donnée; mais, pour renforcer les sons, on réunit plus tard trois et quatre cordes tendues à l'unisson. Des constructeurs, et entre autres Pleyel, sont, il est vrai, revenus depuis aux pianos monocordes, en remplaçant les triples cordes par des cordes simples d'une grande sonorité; mais cet usage n'a pas prévalu.

Le mouvement de bascule qu'exécutent les touches, sous l'action des doigts, se transmet aux marteaux, au moyen de petits leviers en bois sec et léger. Ce bois est plus ordinairement le sapin léger. Anciennement ces marteaux frappaient les cordes par-dessous, puis retombaient quand les doigts cessaient de presser les touches. Mais cette disposition était vicieuse, et elle a été modifiée, comme nous le verrons plus bas.

Quelle doit être, en effet, la fonction des cordes dans un piano bien construit? C'est de se mettre en vibration aussitôt que la touche a été pressée par l'exécutant, de revenir au repos dès que cette touche est abandonnée, et de passer ainsi de l'un de ces deux états à l'autre autant de fois et aussi vite que le demande le mouvement musical le plus précipité. Or, pour arrêter les vibrations des cordes, on a imaginé des *étouffoirs*, ou petites pièces de drap qui appuient sur les cordes quand la touche a été abandonnée par le doigt de l'exécutant. Il faut donc que le marteau puisse attaquer la corde, et que l'étouffoir puisse presser celle-ci aussi promptement que possible. Mais dans l'ancienne disposition, si le doigt ne s'élève pas aussitôt qu'il a pressé la touche, le marteau manque son effet, et, en outre, si

l'on doit recommencer à faire vibrer la corde, il faut laisser au marteau et à la touche tout leur mouvement de retour, pour ensuite appuyer de nouveau. Cet état de chose est incompatible, on le sent, avec une prompte exécution.

Les cordes qui donnent les sons les plus aigus sont seules dépourvues d'étouffoirs, attendu que la tension relative et le peu de longueur de ces cordes les font bien promptement revenir au repos. Les grosses cordes qui donnent les sons graves sont, au contraire, plus longues; aussi, pour amortir les vibrations de ces cordes si fortes et si longues, on leur applique deux étouffoirs, dont l'un est placé vers le tiers de leur longueur.

On a remédié aux graves inconvénients que nous venons de signaler, par diverses combinaisons qu'il serait superflu d'énumérer toutes, et qu'on pourra varier encore de bien des manières. On est parvenu à frapper les cordes plusieurs fois de suite, à de très courts intervalles, en laissant au marteau toute l'étendue de son impulsion. Sébastien Erard, l'un des premiers, a résolu ce problème de l'action complète et rapide des marteaux et des étouffoirs.

On s'accordait depuis long-temps à reconnaître que le meilleur système est celui qui fait frapper la corde par-dessus; mais la difficulté de l'exécution arrêtait la plupart des fabricants, et ce n'est que depuis une dizaine d'années que la difficulté a été réellement résolue. On fait relever le marteau à l'aide d'un ressort, aussitôt que la touche est abandonnée par le doigt, et, par cela même que la corde est poussée vers la table d'harmonie, ses vibrations en sont plus nettes et plus franches.

Le placement des marteaux et de leur mécanisme au-dessus des cordes offre plusieurs avantages : 1° les cordes étant à 3 centimètres du fond de la caisse du piano, au lieu de 16 centimètres, distance anciennement observée, l'instrument peut être fait plus légèrement; 2° quand on frappait par-dessous, le choc ne se transmettait à la table du fond que quand la corde revenait à sa deuxième oscillation; 3° la table d'harmonie était coupée, ce qui, comme on le dira plus bas, produisait de graves inconvénients.

Les cordes des pianos sont, on le sait, tendues parallèlement

à l'aide de chevilles métalliques qui entrent à frottement dur dans une pièce de bois d'érable que des vis retiennent à la caisse de l'instrument. La grande tension de ces cordes exigeant un certain degré de force, les vis devraient être munies de têtes plates assez larges pour faire l'office de leviers puissants; mais comme les cordes sont nombreuses et serrées, et qu'il y aurait trop peu de place pour ces têtes plates, on les remplace par des têtes carrées, auxquelles on adapte une *clef*. Le maniement de ces clefs, et la tension de ces cordes, demandent habituellement une main assez ferme. Pour permettre aux femmes les plus délicates d'accorder elles-mêmes leurs pianos, il suffirait de donner à la tête de la clef des dimensions plus grandes. Pour prévenir la rotation des chevilles sur elles-mêmes, et la distension des cordes qui en résulte, on a aussi imaginé des chevilles à vis, et diverses autres combinaisons qu'il serait trop long d'énumérer.

Les cordes portent par une extrémité sur une forte traverse en bois, et par l'autre sur un chevalet sur lequel elles passent pour aller s'attacher aux chevilles.

La tension de chaque corde est de 10 à 15 livres, terme moyen, et la tension totale de près de 3 milliers. Les cordes les plus graves des pianos ont un diamètre plus considérable que celui des plus aigues; mais c'est surtout par la diminution progressive de la longueur des cordes qu'on obtient les divers degrés d'acuité nécessaires dans l'échelle diatonique.

Dans la plupart des pianos les cordes sont tendues horizontalement. Dans les pianos dits à *queue*, les cordes s'allongent perpendiculairement au clavier; aussi la caisse suit-elle, à partir du clavier, la diminution de longueur des cordes, et va-t-elle en se rétrécissant en forme de *queue*.

Dans les pianos dits *carrés*, les cordes sont disposées parallèlement au clavier, qui occupe ainsi une partie de l'un des côtés de la caisse.

Comme ces deux espèces de pianos occupent une grande place dans les appartements, qui sont si étroits de nos jours, on a imaginé de placer les cordes dans un plan vertical, de sorte que la caisse est verticale elle-même, et ne prend pas même

18 pouces d'épaisseur horizontale. On a réduit aussi la largeur de ces instruments en tendant les cordes non dans le sens de cette largeur, mais dans celui de la hauteur.

La sonorité d'un piano serait bien maigre, on le comprend, si elle ne provenait que de la vibration des cordes seules. Les parties les plus minces de la caisse, et notamment le couvercle, pourraient, sans doute, partager quelques unes de ces vibrations, et augmenter leur effet; mais ce qui résonne surtout avec les cordes, c'est une planche mince qui règne dans toute l'étendue de la caisse, et qu'on appelle *table d'harmonie*. Cette planche est placée près des cordes, parallèlement à elles, et porte le chevalet. Il y a aussi une autre planchette mince, en sapin, qui résonne avec les cordes; cette planchette recouvre les cordes et, en diminuant de largeur à mesure qu'elles sont moins longues, prend, comme les caisses des pianos à queue, une forme triangulaire. Cette planchette, que l'on enlève à volonté pour tendre les cordes, les remplacer au besoin, quand elles viennent à casser, n'est, en général, considérée, dans les pianos horizontaux, que comme un abri placé au-dessus des cordes, pour arrêter une partie de la poussière et les corps solides qui pourraient tomber, soit sur les cordes, soit entre elles.

Tant qu'on a frappé les cordes par-dessous, l'on a fait jouer les marteaux à travers des échancrures faites à la caisse et à la table d'harmonie; mais ces coupures d'un grand nombre des fibres du bois diminuaient de beaucoup la sonorité. Du moment où l'on a frappé les cordes par-dessus, on a pu laisser dans leur entier et la caisse, et la table d'harmonie, et faire des pianos beaucoup plus sonores. La solidité de l'instrument a gagné aussi à cet emploi des caisses et des tables sans coupures. Auparavant on était obligé de recourir à des barrages en fer pour compenser l'effet de ces coupures. Cette disposition ingénieuse est employée aujourd'hui dans les pianos horizontaux et dans les pianos verticaux; elle donne même à ces derniers une puissance d'effet que les pianos à queue faits il y a quinze ans ne peuvent pas égaler.

Les pianos sont toujours munis d'un mécanisme qui soulève à la fois tous les étouffoirs, et permet de produire ces effets

qu'on appelle brillants, mais auxquels on peut toujours reprocher la confusion qui résulte de la simultanéité des vibrations prolongées de tant de cordes non harmoniques. Le mécanisme qui soulève ainsi tous les étouffoirs reçoit son mouvement d'une pédale. Le jeu d'une autre pédale fait, au contraire, étouffer tous les sons. On emploie aussi, pour imiter le basson, une tringle de bois, laquelle se rapproche des cordes qui viennent l'effleurer à chaque excursion.

On a employé quelquefois un moyen simple et ingénieux qui permet de ne frapper qu'une ou deux cordes sur les trois qui rendent habituellement le même son, et d'amoindrir ainsi, pour rendre certains passages, l'effet de l'instrument. Ce moyen consiste en un mouvement général de droite à gauche du clavier, des leviers et des marteaux. Ce mouvement est transmis par une pédale.

Un facteur, nommé Roller, a eu recours à un mécanisme analogue pour produire un résultat bien autrement avantageux. Il fait porter, au moyen d'un mouvement commun de transport donné à tout le clavier et aux marteaux, chaque marteau sur les cordes voisines à droite ou à gauche, de sorte que les touches font rendre des notes plus hautes d'un demi-ton ou d'un ton entier.

Cette *transposition* mécanique évite aux exécutants les difficultés des transpositions raisonnées qu'ils ont à combiner quand le chanteur qu'ils accompagnent trouve le morceau de chant noté trop haut ou trop bas pour sa voix, et veut sortir du diapason de l'instrument.

M. de Prony a émis le vœu que le système du piano fût enrichi d'une huitième octave grave, au moyen de cordes d'argent filées avec des fils de platine, disposées sur une table d'harmonie située au-dessous de la caisse, et mues par des pédales spéciales. La longueur qu'il faudrait donner à des cordes de cuivre pour leur faire rendre les sons de la huitième octave a empêché qu'on ne l'introduisît dans la construction ordinaire des pianos. Non seulement la nature de l'organe permettrait de réduire de beaucoup la longueur de ces cordes, mais il est probable, en outre, que les sons en seraient plus beaux. Ces pédales pourraient, il est vrai, gêner le mouvement de celles qu'on emploie déjà; mais

combien est-il d'amateurs qui tiennent à ces pédales et au bruit assourdissant qui résulte de la levée des étouffoirs? — Mieux vaudrait remplacer cette cause de cacophonie par une octave de beaux sons de contrebasse. Le moins grave de ces sons serait l'*ut* à une quinte au-dessous du son le plus grave des contrebasses d'orchestre.

Aperçu sur la théorie générale des instruments à vent.

La théorie générale sur laquelle repose l'explication de tous les instruments à vent, a été établie il y a près de quatre-vingts ans par un savant géomètre, Daniel Bernoulli; l'énoncé des principes principaux de cette théorie suffira pour faire comprendre à nos lecteurs les fonctions diverses, soit du corps des divers instruments, soit des ouvertures et des clefs dont ils sont garnis, et, enfin, de toutes les circonstances particulières de leur structure.

Pour faire résonner un instrument à vent, il ne suffit pas de souffler, de diriger un courant d'air dans l'instrument, ou près de l'embouchure du tuyau, il faut que le vent fasse vibrer la colonne d'air intérieure; pour cela, vous pourrez employer: 1° un corps élastique facile à ébranler, tel que des lames minces de métal ou de roseau, que le vent fera vibrer, et qui communiquera ses vibrations à la colonne d'air; tel est le cas des instruments à *anches;* 2° le brisement du courant d'air insufflé sur quelque *arête* située à l'embouchure de l'instrument; tel est le cas de la flûte et des tuyaux d'orgue à *bouche;* 3° la vibration des lèvres elles-mêmes, comme dans le cor de chasse, les trompettes, etc.

Considérons successivement les trois cas des tuyaux cylindriques ouverts, des tuyaux cylindriques fermés, et, enfin, des tuyaux qui vont en s'élargissant.

Si, par un moyen quelconque, vous faites vibrer l'air à l'orifice ouvert d'un tuyau fermé par l'autre bout, les oscillations aériennes, se communiquant à l'air du tuyau, produiront un mouvement général de cette colonne d'air, qui sera poussée vers le fond fermé du tuyau. Ces mouvements de va et vient ne pouvant se communiquer à toute la masse de la colonne aérienne sans avoir à vaincre l'inertie de chacune de ses molé-

cules, il naîtra de cette résistance une compression momentanée des couches infiniment minces, en lesquelles on peut, par la pensée, décomposer cette colonne. A la compression succédera nécessairement l'écartement des molécules d'air, produit par leur élasticité, chaque fois que la portion d'air, mise en vibration à l'embouchure, s'écartera, en oscillant, de cette embouchure. Dans ce mouvement oscillatoire, dans cette série de condensations et d'expansions, les molécules du fond du tuyau devront sensiblement rester immobiles, arrêtées qu'elles sont par le fond, les autres oscilleront avec d'autant plus de liberté et d'amplitude, qu'elles seront plus près de l'ouverture; là, elles sortiront et rentreront alternativement; par contre, ces dernières molécules conserveront sensiblement la même densité que l'air extérieur, tandis que celles de l'intérieur passeront par des accroissements et des diminutions de densité d'autant plus sensibles qu'elles seront plus près du fond.

Les oscillations ou vibrations des couches en lesquelles nous décomposerons la colonne d'air du tuyau, s'exécuteront toutes ensemble et avec une vitesse toujours égale, de sorte qu'il y aura, non seulement concordance de toutes les vibrations, mais permanence dans la nature de ces vibrations, permanence nécessaire à la production et à la perception du son.

La vitesse des vibrations, et la valeur diatonique de la note produite, varient avec la longueur du tuyau. On conçoit, en effet, que plus ce dernier est court, et moins il faudra de temps à l'effet de condensation pour se propager jusqu'au fond; moins aussi cette condensation de chaque couche, l'expansion qui la suit, et les mouvements d'aller et de retour, prendront de temps pour s'accomplir; or, ces mouvements ne sont autres que les vibrations. Il résulte de la théorie, que la vitesse de vibration devrait être précisément en raison inverse de la longueur du tuyau. Ainsi, dans un tuyau de 8 pieds, la vibration serait deux fois plus lente que dans un autre de 4 pieds; la première donnerait donc l'octave de la seconde. Mais cette loi a besoin d'être légèrement modifiée. L'expérience nous apprend, en effet, qu'un tuyau à air donne toujours un son plus grave que celui qu'indique la théorie; cela vient de ce que la première couche d'air voisine de l'ouverture est dans un état exceptionnel, et

que la longueur de la colonne d'air agissante est réellement plus grande que celle du tuyau.

De l'explication des vibrations d'un tuyau bouché par une extrémité, il est facile de passer à celle d'un tuyau ouvert par les deux bouts.

On peut, en effet, se représenter ce dernier comme formé par la réunion de deux tuyaux semblables fermés par un bout, dont les deux fonds seraient appliqués l'un sur l'autre, puis anéantis. Faites vibrer séparément ces deux tuyaux avec leurs fonds, ils donneront la même note; anéantissez ces fonds juxtaposés, les deux colonnes d'air s'appuyant l'une contre l'autre, la résistance de l'une tiendra lieu de fond à l'autre, et, par conséquent, la note sera encore la même que ci-devant; enfin, ne faites vibrer ce tuyau qu'à une extrémité, et chaque moitié vibrera encore de la même manière.

Il semble qu'il suivrait de cette discussion qu'un tuyau ouvert, de 8 pieds, devrait donner la même note qu'un tuyau fermé, de 4 pieds; mais il faut considérer que la portion d'air voisine de chaque ouverture est, comme nous le disions à propos des tuyaux fermés par un bout, dans un état exceptionnel, et que nos deux tuyaux de 4 et de 8 pieds représentent chacun des tuyaux un peu plus longs, qui ne sont plus la moitié l'un de l'autre. Les gens de l'art disent habituellement que le 8 pieds ouvert sonne comme le 4 pieds bouché, mais ils sous-entendent la correction.

Reste à expliquer comment un même tuyau, soit fermé par un bout, soit ouvert aux deux extrémités, peut donner une série de notes diverses, harmoniques les unes des autres, lorsque l'on fait vibrer plus ou moins rapidement les molécules d'air à l'embouchure. Soit un tuyau de 3 pieds, fermé par un bout; partagez, en pensée, son volume en trois parties égales, et à la division voisine de l'embouchure, placez un fond idéal. Le premier tiers pourra vibrer comme un tuyau bouché par un bout, le second, adossé au premier par le fond, vibrera en même temps, précisément comme les deux moitiés en lesquelles nous divisions plus haut les tuyaux ouverts par les deux bouts, pour expliquer leur jeu. Enfin, le dernier tiers vibrera comme un seul tuyau fermé par un bout; à l'endroit de la deuxième divi-

sion, les molécules d'air voisines du deuxième comme du troisième tiers, oscilleront, appuyées, celles du second contre celles du troisième, comme si elles étaient chacune appuyées sur l'air extérieur lui-même. Vous aurez donc comme trois tuyaux fermés par un bout, vibrant, séparément, trois fois plus vite que ne le ferait le tuyau tout entier, et donnant, par conséquent, l'octave de la quinte de la note rendue par ce tuyau. (Voy. Accordeur, Acoustique.)

On expliquerait la production d'autres sons harmoniques en divisant, par la pensée, notre tuyau, fermé par un bout, en cinq ou sept parties égales, ou davantage; mais ce nombre devra toujours être impair. Aussi n'y aura-t-il que certains harmoniques possibles; les octaves seront exclues de ce nombre. Même explication peut être donnée de la production des harmoniques par les tuyaux ouverts aux deux extrémités, mais ceux-ci rendent tous les harmoniques représentés par les nombres pairs et impairs.

Dans cette subdivision, infiniment probable, de la colonne d'air, il y aura des endroits où l'air sera immobile; là seraient les *fonds* de tuyaux bouchés par un bout que créait notre pensée; à ces endroits on donne le nom de *nœuds*; les autres bouts de ces tuyaux imaginaires, bouts par lesquels ils sont censés appuyés contre l'air extérieur, et où ont lieu les plus grandes oscillations, sont appelés *ventres*.

Quant aux tuyaux qui vont en s'élargissant, comme ceux des hautbois, des cors, etc., la théorie prouve que les vibrations aériennes, transmises de couche en couche, sont de moins en moins étendues, à mesure qu'elles se propagent vers la partie la plus large du tuyau; mais la distance des nœuds des ventres, et la vitesse des vibrations, sont les mêmes que dans un tuyau cylindrique; aussi les notes rendues peuvent-elles être les mêmes.

Ce qui fait de la probabilité de notre explication une certitude, c'est que si dans un tuyau, soit ouvert, soit fermé par un bout, on fait de petites ouvertures, à l'endroit des *ventres*, la note ne change pas; et, en effet, en quoi les vibrations pourraient-elles être changées par ces orifices percés là où les molécules ont précisément l'élasticité de l'air extérieur?

Une expérience analogue, qui produit un effet tout contraire et change la note obtenue, vient aussi à l'appui de notre explication. Si l'on perce une ouverture ailleurs que sur un ventre, l'air se met là en harmonie de densité avec l'air extérieur ; il s'établit un nouveau mode de division de la colonne, et la note change aussitôt.

Les flûtes et tous les instruments à vent dont la paroi est percée de trous que l'exécutant débouche à volonté, fournissent des applications du principe que nous venons d'énoncer. Ces instruments ne sont, en effet, que des tuyaux ouverts par les deux bouts, où l'on détermine un fractionnement donné de la colonne d'air.

La courbure des tuyaux, courbure pratiquée dans les cors, les cornets à piston, les serpents, les ophycléides, etc., et dont le but est de rendre ces instruments plus portatifs, ne change rien à la série des sons rendus. Quand ces courbures ont lieu d'une manière trop brusque, le mouvement général de l'air en devient plus difficile, et l'exécutant éprouve plus de fatigue.

Instruments à vent.

Orgues. L'orgue a été, à juste titre, appelé le roi des instruments. Il l'emporte sur tous les autres par la richesse, la puissance, la variété de ses moyens. Sa fabrication est celle qui demande le plus de connaissances spéciales, théoriques et pratiques.

L'orgue peut et doit être, d'ici à quelques années, l'objet d'une industrie beaucoup plus étendue qu'on ne se l'imagine communément. De l'église, il a passé dans les théâtres lyriques et dans les salles de concert ouvertes à Paris depuis quelques années; aussi parlerons-nous de cet instrument avec moins de brièveté que nous ne l'avons fait jusqu'ici pour les autres.

Dans l'orgue, on le sait, les organes sonores sont les *tuyaux à bouche* ou à *anches*. Le courant d'air qui vient agir sur ces bouches et sur ces anches, pour faire parler les tuyaux, est fourni par un ou plusieurs *soufflets*. Un conduit spécial, appelé *porte-vent*, conduit ce courant d'air de la soufflerie à une *chambre de vent* ou *réservoir d'air*, d'où elle passe dans tel ou tel

tuyau, quand telle ou telle *soupape* est ouverte par le doigt de l'exécutant ; cette action du doigt sur les soupapes s'opère par l'intermédiaire de *touches* à bascule, semblables à celles des pianos, et d'un mécanisme spécial appelé *abrégé*. Pour suppléer à l'insuffisance de l'action des deux mains, on se sert aussi parfois de quelques *pédales*, qui commandent semblablement le mouvement des soupapes de certains tuyaux rendant des notes graves. Comme dans le piano, les touches sont disposées parallèlement, et leur ensemble prend le nom de *clavier*. Les orgues riches ont plusieurs claviers, disposés comme les marches d'un escalier droit.

Du soufflet. Les soufflets d'orgue sont, comme ceux qu'on emploie depuis long-temps pour activer le courant d'air des foyers, des pompes à parois mobiles, faites en bois et en peau; mais les premiers sont construits avec beaucoup plus de soin que les derniers. On ne peut leur comparer, pour la régularité de l'insufflation, que les pompes foulantes en métal qu'on a, depuis quelques années, substituées, dans les forges, aux anciens soufflets. Peut-être y aurait-il avantage à opérer la même substitution dans les orgues ?

Les soufflets d'orgues sont à *lanterne* ou à *bascule*. Dans les premiers, qui sont semblables aux lanternes en toile ou en papier, la paroi supérieure s'élève, en se maintenant horizontale, les quatre parties latérales, formées de planchettes minces et de peau, se déployant d'une égale quantité. Dans les soufflets à bascule, les cloisons en bois qui séparent les diverses chambres s'écartent angulairement l'une de l'autre, et sont comme à charnière. On estime que les soufflets à bascule sont préférables pour les orgues de grandes dimensions.

Les dimensions du soufflet doivent évidemment être en rapport avec celles de l'orgue. On leur donne à peu près la longueur du sommier. La charge du soufflet croît aussi avec la puissance de l'orgue. Voici à cet égard la règle suivie : on adapte au sommier une petite boîte en ferblanc contenant de l'eau, dans laquelle vient plonger un tube de verre ouvert à ses deux extrémités. La paroi supérieure de cette boîte est bouchée; le tube la traverse en s'y adaptant hermétiquement, de sorte que l'air extérieur n'y pénètre pas. L'air envoyé par le soufflet

dans le sommier, passe dans le haut de cette petite boîte, appuie sur l'eau contenue, et la fait monter dans le tube à une certaine hauteur, malgré la pression atmosphérique.

Si l'orgue n'a que des tuyaux à bouches, formant ce que nous appellerons plus bas des *jeux de fonds*, l'eau doit s'élever à 30 lignes : s'il y a un ou deux *jeux d'anches*, l'eau devra s'élever à 32 lignes, et enfin il faudra qu'elle monte à 36 lignes pour les orgues les plus forts.

Dans l'appareil que nous venons de décrire, le lecteur a reconnu un manomètre à eau ; ce manomètre reçoit l'air venu du sommier par un tube court en ferblanc qui traverse le fond de la boîte, s'élève jusqu'au haut de cette boîte pour dépasser le niveau de l'eau introduite, et, au sortir de la boîte, se prolonge par-dessous de 1 ou 2 pouces. On enfonce ce prolongement dans un trou fait tout exprès à la paroi supérieure du porte-vent, ou du gosier du soufflet.

Le prix des soufflets d'orgues est aujourd'hui ce qu'il était en 1780, au temps où Don Bédos, savant bénédictin, écrivait le meilleur traité que nous ayons sur les orgues. Comme l'argent est depuis lors devenu plus commun et moins précieux, cette permanence du prix est une diminution réelle du coût. Même observation est, au reste, à faire pour les prix de la plupart des pièces des orgues. Un soufflet à bascule, de 7 pieds de longueur, coûte encore aujourd'hui 600 fr.

La peau employée dans les soufflets est celle du mouton; le bois des planchettes qui forment les plis du soufflet, celui des cloisons en bois qui séparent les chambres du soufflet et le terminent, est le chêne ou mieux encore le sapin du Nord.

Les grands orgues demandent plusieurs soufflets. Chaque clavier a sa soufflerie, ou, comme l'on dit, son vent à part.

Le porte-vent est le plus ordinairement en bois de chêne.

Le sommier par où passe le vent avant d'arriver aux tuyaux est aussi en bois de chêne, garni intérieurement de parchemin, excepté sur sa paroi antérieure, qui, devant être à volonté enlevée ou replacée, pour qu'on puisse examiner et nettoyer l'intérieur du sommier, et devant néanmoins fermer hermétiquement ce sommier, est, à cet effet, garni d'une peau molle qui s'étend jusque sur ses bords, et rend la clôture plus exacte

que ne le ferait une garniture de parchemin. Cette planche antérieure mobile s'appelle *laye*.

Pour permettre au vent de passer du sommier aux tuyaux, la paroi supérieure du sommier est percée de fentes transversales, également espacées, appelées *gravures*.

C'est contre ces fentes que viennent s'appliquer, en dedans du sommier, les soupapes, formées de petites planchettes en chêne, et garnies de peau, pour rendre l'obturation plus complète. Quand le doigt de l'exécutant ne fait pas jouer la soupape, celle-ci est pressée par un ressort contre la paroi supérieure du sommier.

L'*abrégé*, qui transmet le mouvement de la touche à la soupape, se compose ordinairement d'un cylindre ou *rouleau* mobile autour d'un axe horizontal, sur lequel sont implantées perpendiculairement, l'une d'un côté, l'autre du côté opposé, deux tiges de fer dites *palettes*. Quand la touche s'abaisse, elle appuie à l'aide d'une petite tige de bois, dite *vergette*, sur l'une des tiges de fer que nous venons de désigner, fait tourner le cylindre et baisser l'autre tige de fer, qui, elle-même, à l'aide d'une autre *vergette* de bois, fait ouvrir la soupape. Quand le buffet est éloigné du clavier, on se sert de deux abrégés, et en outre de longs mouvements de bascule très lourds à la main. Un amateur, M. Hamel, de Beauvais, a remplacé ces bascules par des vergettes à *équerres* aussi légères et aussi maniables que les marteaux des pianos. La rapidité du jeu a gagné à cette substitution.

Si chaque touche ne servait dans un orgue qu'à mettre en jeu un seul tuyau; en d'autres termes, si un seul tuyau correspondait à une touche, il faudrait faire communiquer directement, et sans intermédiaire, chaque tuyau avec la touche correspondante; mais la plupart des orgues sont autrement organisés. On emploie un nombre de tuyaux plus grand que celui des touches, groupés, suivant la valeur diatonique et la qualité des sons qu'ils rendent, en *jeux* qui seront désignés plus bas; ces tuyaux sont, à volonté, attaqués par le vent, ou soustraits à son action, au moyen de planchettes garnies de trous, que l'on fait glisser sur les rainures; les tuyaux d'un même jeu sont servis par la même planchette, de sorte que quand les trous de

celle-ci correspondent aux rainures placées dans le sommier au-dessus des soupapes, le vent que ces dernières laissent passer attaque les tuyaux de ce jeu. Souvent, dans un même jeu, comme on le dira plus bas, il y a plusieurs tuyaux qui correspondent à la même touche et à la même soupape. Vibrant tous ensemble dans des rapports harmoniques, ces tuyaux sont comme autant d'instruments différents qui, dans un orchestre, joueraient au même instant. Alors ces tuyaux sont dits *sur marche*.

Les planchettes des jeux sont mises en mouvement à l'aide d'*équerres* et de tiges qui viennent saillir au devant du buffet d'orgues, à droite et à gauche de l'exécutant, et qu'on appelle *tirasses*.

Nous avons indiqué les divers modes de mise en vibration de la colonne d'air, des instruments à vent, et dans un article spécial, (Voy. Anches) nous sommes entrés dans des détails étendus sur l'un d'eux. Nous complèterons ce qui est relatif aux orgues en décrivant les tuyaux à bouche. La bouche de ces tuyaux est formée de deux lames métalliques minces, dites *lèvres* de la bouche contre lesquelles vient se briser le courant d'air fourni par le soufflet. La bouche est située à la partie inférieure du tuyau, là où il s'adapte à un autre tuyau conique qui lui sert de pied. La lèvre supérieure fait partie du tuyau cylindrique, et la lèvre inférieure du pied. La fente ou *bouche* qui résulte de leur écartement doit avoir une grandeur déterminée, eu égard aux dimensions du tuyau; trop large, cette bouche ne fait pas parler le tuyau ; trop étroite, elle le fait octavier. Ordinairement on donne aux deux lèvres une inclinaison vers l'intérieur du tuyau ; cette inclinaison, qui est de vingt-deux degrés environ par rapport à l'axe du tuyau, influe beaucoup aussi sur le son produit et peut même l'annihiler. Les organistes arrivent par tâtonnement à l'angle le plus convenable pour tels et tels tuyaux ; nous verrons plus bas que cette inclinaison a été bien modifiée dans ces derniers temps. Le vent entre dans le pied par une petite ouverture faite au sommet du cône, et qu'on appelle *lumière*. La grandeur de cette lumière a également son influence sur le son rendu par le tuyau ; ses dimensions ont

été changées depuis peu. Une lame appelée *biseau* arrête l'air, à son passage du pied dans le tuyau, et le rejette vers les lèvres.

Quand l'enveloppe de la colonne d'air est mince, le tuyau est exposé à octavier; mais avec un tuyau assez épais, assez résistant, l'air vibre avec une vitesse indépendante de la matière de l'enveloppe; en d'autres termes celle-ci n'influe aucunement sur la valeur diatonique. Des tuyaux de même forme, mais de matières diverses, rendent des sons qui ne diffèrent que par le *timbre*.

Les variations qu'éprouve perpétuellement l'élasticité de l'atmosphère, doivent, on le comprend, modifier chaque fois le son rendu par tel ou tel tuyau d'orgues, et en général, par tous les instruments à vent. Le calcul apprend que si le baromètre allait jusques à varier de 2 pouces, le ton d'un tuyau d'orgue varierait des deux centièmes d'un demi ton.

Dans l'orgue expressif d'Érard, chaque touche peut en particulier, en s'enfonçant plus ou moins, par l'action plus ou moins forte du doigt, donner toutes les nuances de sons, sans que les autres notes soient pour cela modifiées dans leur expression. Émerveillé de cette invention, Grétry voulait que la nation fît faire un grand orgue de ce genre.

Afin qu'on puisse juger de la richesse des orgues, et de l'avantage que l'on trouverait à étendre leur fabrication, en la perfectionnant, nous donnerons la liste des jeux principaux de ce puissant instrument.

Jeux de tuyaux à bouche ou de fond. — Tuyaux ouverts.

Le jeu appelé *prestant* est au diapason de la voix; de là l'explication de son étymologie (en latin *præstare*). Jadis le *la* des orgues était plus bas d'un demi-ton que le *la* de notre diapason, et, par conséquent, était en réalité un *sol*. Maintenant le *la* des orgues est celui des pianos, et, en général, de tous les orchestres français. Le prestant n'a qu'un tuyau par touche.

Le jeu appelé *flûte* est composé de tuyaux qui sonnent les octaves immédiatement inférieures aux notes du prestant, ou parlent à l'unisson. Dans ce dernier cas, les lèvres de la bouche sont plus écartées, et les tuyaux prennent le nom de *petites*

flûtes. Les tuyaux de flûtes ont plus de diamètre que ceux du prestant. Le jeu de flûte n'a qu'un tuyau par touche.

Le jeu appelé *doublette* est à l'octave supérieure du prestant, de sorte qu'on pourrait en sa place se servir des octaves supérieures du prestant, auquel on ajouterait une octave de plus par en-haut. La doublette n'a qu'un tuyau par touche.

Le jeu dit *nazard* sonne la quinte du prestant. Son nom lui vient probablement de ce qu'il imite jusqu'à un certain point la voix d'un homme qui parlerait du nez. Le nazard n'a qu'un tuyau par touche.

Le jeu appelé *tierce* n'a également qu'un tuyau par touche, et, comme l'indique son nom, donne la tierce du prestant.

Le *cornet* est un jeu dans lequel plusieurs tuyaux sur marche sont à la fois mis en vibration par le vent d'une même soupape; ces tuyaux sont pris parmi les tierces, les nazards, auxquels on en joint qui donnent les *quartes* du prestant. Nous ferons remarquer à ce sujet que les quartes ne constituent jamais un jeu isolé.

Le cornet n'embrasse ordinairement que les deux octaves supérieures.

Le *plein jeu*, qu'on appelle aussi *fournitures*, et qu'on trouve dans les grands orgues, est composé de plusieurs tuyaux sur marche. Quelquefois le nombre de ces tuyaux, correspondants à une seule soupape, va jusqu'à quinze. Ce jeu, qui embrasse toute l'étendue de l'orgue, se compose spécialement de tuyaux de doublette, de nazard, de tierce, de quarte; on y joint aussi le jeu de *larigot*, que nous allons spécifier.

La *cymbale* est analogue au plein jeu, mais elle a quelque chose de plus aigu; elle a, comme l'indique son nom, quelque rapport avec le son d'un métal vibrant.

Le *larigot* sonne une espèce d'octave de doublette; il a la taille plus mince et plus longue. Ses sons imitent ceux de la flûte champêtre; ce jeu est à un seul tuyau.

Le *sifflet*, également à un seul tuyau, donne l'octave de la doublette.

Le *solcional* est une flûte très maigre de taille. Son *ut* est à l'unisson du son rendu par le tuyau d'une flûte de 8 pieds de longueur. Le solcional est à un seul tuyau.

La *viola di Gamba*, ou violoncelle, est à l'unisson du solcional et de la flûte de 8 pieds; par un effet de la disposition particulière de l'embouchure; ses tuyaux donnent deux notes à l'octave l'une de l'autre.

Jeux de tuyaux à bouche, fermés.

Parmi les jeux de tuyaux à bouche, fermés, on distingue principalement :

1° Le *bourdon*, qu'on met à l'octave ou à l'unisson des flûtes. Ainsi le bourdon de 4 pieds est à l'unisson de la flûte de 8. Ce jeu tire son nom d'un certain bourdonnement qui accompagne les sons que rendent ses tuyaux;

2° La *flûte bouchée*, qui, à proprement parler, n'est qu'un jeu de bourdons;

3° Le *nazard bouché*, qui donne l'octave au-dessous du nazard ouvert.

Ces trois jeux sont à un seul tuyau, et embrassent tout le clavier.

Jeux de tuyaux à anches.

Les jeux d'anches, qu'on appelle *bombarde, trompette, clairon*, ont même forme de tuyau évasé, et même forme d'anche. La bombarde est une trompette grave; ainsi elle est à la trompette ce que la flûte est au prestant. Le clairon est d'une octave plus haut que la trompette, comme la doublette est l'octave aiguë du prestant.

Le *cromorne*, jeu peu goûté aujourd'hui, à cause de son intonation désagréable, a les mêmes anches que les jeux précédents, mais son tuyau est droit comme celui du solcional. Ainsi ce jeu commence par un tuyau de 4 pieds, qui sonne comme un de 8 pieds ouvert, à cause des dimensions de son anche, qui est celle de l'*ut* de la trompette, qui a 8 pieds de longueur de tuyau.

Le *basson* diffère des jeux de bombarde, de trompette et de clairon, par la forme du pavillon presque fermé de son tube conique. Il a même anche et même languette que le cromorne et la trompette; mais il sonne le 8 pieds avec un tuyau de 2 pieds.

Le *hautbois* diffère du basson, en ce que son pavillon est moins fermé, et seulement arrondi. Il a, du reste, même diapason que les jeux précédents.

Comme le *cornet*, les jeux de hautbois et de basson n'embrassent pas toute l'étendue du clavier. Le hautbois s'applique aux deux octaves supérieures; le basson aux notes graves seulement.

Nous terminerons cette liste des jeux les plus usités par le jeu de la *voix humaine*, qui tient le milieu entre les jeux bouchés et les tuyaux ouverts. Ses tuyaux sont, en effet, bouchés sur deux tiers de leur largeur; le jeu est à l'unisson du prestant.

Nombre d'autres jeux anciennement usités sont aujourd'hui abandonnés dans les orgues. Le plus singulier de tous était le jeu des *petits oiseaux*, sorte de doublette qui imitait le chant des oiseaux, et qu'on faisait entendre au moment de la libération, dans la célébration de certaines fêtes de l'Église. Cette imitation se produisait en faisant passer le vent par un bain d'eau, ce qui donnait lieu à une sorte de gazouillement.

Les matières qui entrent dans la composition des tuyaux d'orgues sont le bois, le plomb et l'étain. Les anches et leurs languettes sont en cuivre, et les rasettes en fil de fer. L'étain donne plus de vigueur aux sons; le plomb, au contraire, plus de mollesse. Jadis on employait moins d'étain dans les tuyaux; aujourd'hui, on fait entrer ce métal même dans les pieds des tuyaux.

On désigne sous le nom commun d'*étoffes* les divers alliages de plomb et d'étain qui entrent dans les tuyaux à bouche et dans lesquels le plomb domine.

Le prestant est en alliage contenant un cinquième de plomb. Quelquefois les basses de ce jeu sont en bois. Le jeu de flûte est composé de la même matière, mais ses basses sont toujours en bois. Dans la doublette, même alliage. Dans le nazard il entre plus de 50 p. 0/0 de plomb. La tierce, le cornet, le plein-jeu, le larigot, le sifflet, le soleional, sont composés comme la doublette. La viola di Gamba contient un quart de plomb. Les bombardes, trompettes, clairons, cromornes, hautbois, bassons, contiennent aussi un quart de plomb. Le bour-

don a son octave d'en bas en bois, les autres en étoffe. Le nazard bouché et la voix humaine sont entièrement en étoffe ; la flûte bouchée entièrement en bois.

Le bois préféré est le sapin rouge d'Amérique ou celui du Nord. Dans les bonnes fabriques, on l'enduit au dedans et au dehors de colle mélangée avec du rouge de Prusse, pour préserver les bois de l'humidité et de l'action destructive des insectes. Cet encollage a aussi la propriété de rendre le son plus rond.

Quant à la forme, les tuyaux de bois sont toujours des prismes rectangulaires oblongs; ceux de métal sont ou cylindriques comme les tuyaux à bouche, ou coniques comme les trompettes, ou d'une forme composée comme le cromorne et la voix humaine.

On fait communiquer la plupart des tuyaux avec le sommier, en les implantant sur la paroi supérieure de cette partie de l'orgue ; mais il en est quelques uns, et notamment les tuyaux de grosses dimensions, qui sont placés à distance du sommier, auquel les lient des conduits appelés *postages*.

Les flûtes se placent toujours par-devant, aussi leur donne-t-on le nom de tuyaux *de montre*. Les autres jeux sont disposés par rangées derrière le premier. On fait servir jusqu'à quinze jeux par un seul sommier. Chaque clavier a séparément son ou ses sommiers, son vent, ses abrégés, son mécanisme, etc.

Dans les grandes orgues, le sommier est divisé en deux parties pour livrer un passage facile aux accordeurs. Cette division est, au reste, parfois commandée par le manque de pièces de bois d'une longueur suffisante, et elle a l'avantage de rendre plus doux le tirage des registres.

Dans les grandes orgues, il y a ordinairement quatre octaves et demie ; aujourd'hui, on va même jusque à cinq.

Le grand clavier de ces orgues et le clavier qu'on appelle *positif*, jouant souvent ensemble, sont pourvus d'un mécanisme spécial, au moyen duquel on peut les accrocher et les faire marcher à la fois en ne touchant que l'un d'eux.

La fabrication des orgues a fait quelques progrès dans ces derniers temps ; mais il reste beaucoup à faire encore. Depuis la publication du grand traité de Don Bédos de Celles, l'art est

resté long-temps stationnaire. Les fabricants d'orgues avaient devant les yeux des exemples fort peu encourageants. L'auteur du bel orgue de Saint-Sulpice, Clicquot, vécut long-temps dans la misère, et mourut à l'hospice suivant les uns, à Sainte-Pélagie suivant les autres. Parmi les facteurs qui vivent encore, il faut mettre en première ligne John Abbey, qui depuis dix ans a quitté l'Angleterre pour s'établir en France. Cet artiste habile est celui qui a fait le plus de grands travaux pour nos églises. Nous lui devons d'heureuses modifications faites aux tuyaux à bouche. Il dirige les lèvres vis-à-vis l'une de l'autre, et fait sur les biseaux des crénelures rapprochées et profondes. Pour empêcher les tuyaux d'octavier, on est souvent obligé de diminuer la lumière. John Abbey a pu donner à l'ouverture des bouches une moins grande étendue qu'on ne le faisait jadis, sans exposer les tuyaux à octavier; il lui a suffi pour cela d'agrandir cette lumière même. Cette modification produit une plus grande dépense de vent, et semblerait devoir demander une soufflerie plus forte et plus fatigante, mais en même temps John Abbey a substitué au vent si mou des anciennes orgues un vent nerveux qui, avec la même quantité d'air, produit plus d'effet. Aussi voit-on aujourd'hui un seul soufflet servir un orgue qui jadis en eût demandé deux.

A côté de M. John Abbey, il faut placer un fabricant qui a débuté il y a quelques années dans la carrière, qui a déjà simplifié et amélioré les orgues, et dont le talent reconnu nous promet de nouveaux perfectionnements. M. Roux a fait réduire le prix des orgues; il a simplifié grandement le jeu de la soufflerie par un procédé breveté ; il a rendu *transpositeur* le mécanisme à l'aide duquel M. Cabias est parvenu à faire jouer ensemble les tuyaux qui donnent l'accord. Ce mode de transposition de M. Roux s'étend à une octave entière, et s'applique à tous les intervalles. Son mécanisme, porté sur des roulettes, est tout à la fois simple et léger. M. Roux est celui qui a le plus fait connaître la méthode originale à l'aide de laquelle une personne étrangère à la notation musicale peut jouer de l'orgue dès ses premiers essais. La notation musicale est, dans ce procédé, remplacée par une autre qui indique de la manière la plus claire les touches qu'il faut attaquer. Cette mé-

thode ne laisse pas que d'avoir un certain avantage pour les églises de villages et de communautés où ne se rencontrent pas souvent des pianistes ou des organistes.

S'il n'était question que de l'importance de la fabrication, nous citerions aussi le village de la Couture (Eure), qui livre une quantité assez considérable d'orgues portatives aux musiciens ambulants.

Aujourd'hui, avec des orgues de huit jeux, on fait autant d'effet que jadis avec des orgues de quinze à vingt jeux. L'emploi d'une plus grande proportion d'étain, la direction donnée aux lèvres par John Abbey, le vent plus nerveux que l'on emploie, donnent aux orgues plus de vigueur et d'éclat.

Quant aux anches battantes, elles ont été remplacées par des anches libres dans certaines orgues, et notamment dans celles de salon ou de concert; mais dans la plupart des grandes orgues d'église, les anches battantes ont été conservées.

Les orgues ont, avons-nous dit, l'immense avantage, sur les pianos, les harpes, etc., de pouvoir prolonger un son autant de temps que l'exige le caractère d'un morceau de musique, et, par conséquent, de pouvoir *chanter;* cette qualité serait incomplète, si l'organiste ne pouvait donner aux sons plus ou moins de vigueur ou de mollesse, ou, comme l'on dit, donner de l'expression à son jeu. Plusieurs procédés ont été employés pour atteindre ce but. L'un d'eux, que, depuis dix ans environ, on a introduit dans les orgues de moyenne et de petite dimension, consiste à placer les jeux dans une boîte dont la paroi antérieure, celle qui est dirigée vers l'auditoire, s'ouvre ou se ferme plus ou moins à l'aide de jalousies que fait mouvoir une pédale. Un autre moyen analogue à l'effet de la voix humaine et à celui de tous les instruments à vent que la bouche insuffle, consiste dans l'accroissement ou la diminution du vent. Pour cela, il suffit de produire une augmentation ou une diminution de la pression exercée par la paroi supérieure du soufflet, au moyen d'un fil métallique que tire une pédale. Tel est le procédé usité par Grenié dans la construction de ses petites orgues expressives. Sébastien Erard était, de son côté, parvenu aux mêmes résultats. Dans les grandes orgues, on produit un autre genre d'expression en substituant les jeux puissants aux jeux

plus faibles; c'est-à-dire en passant d'un clavier à un autre clavier.

Au moment où nous terminons cet aperçu, il est question de la construction de grandes orgues d'église, dont l'une est destinée à la Madeleine. Le prix en sera de 80,000 fr. au moins. Dans l'orgue de Notre-Dame de Paris il y a près de soixante et dix jeux, mais une partie de ces jeux est hors d'état de servir. La réparation que l'on fait maintenant à l'instrument en fera disparaître plusieurs. L'orgue de Saint-Sulpice de Paris est le plus complet de tous. Son clavier embrasse quatre octaves et demie. Nous ne parlons pas de l'orgue qui vient d'être posé dans la nouvelle église de Notre-Dame-de-Lorette de Paris, attendu qu'il est de beaucoup au-dessous de l'état actuel de l'art.

Voici une estimation sommaire du prix des diverses parties d'un orgue de moyenne puissance. Nous supposons cet orgue à six ou sept jeux, tels que bourdon, prestant, flûte ouverte, doublette, nazard, hautbois et basson.

Le soufflet 540 à 560 fr., le sommier 800 fr., le mécanisme général 300 fr.; le clavier, augmenté au besoin de pédales pour une octave et demie, 200 à 300 fr.; le meuble proprement dit, c'est-à-dire la charpente avec de simples ornements, 400 fr.; l'orgue entier est du prix de 6,000 fr. La mise en harmonie est de 500 à 600 fr.

Cor. — Cor à piston. — Cornet. — Bugle. — Trombone. — Les instruments que nous venons de désigner se fabriquent ordinairement dans les mêmes ateliers, sont tous en cuivre, et appartiennent à la même famille. Chacun d'eux peut être défini un tuyau à air, ouvert aux deux bouts, dont le diamètre va en croissant à partir d'une certaine distance, et dont on divise la colonne d'air en fractions vibrant séparément, soit par l'action seule de la bouche, soit en faisant varier la longueur de la colonne.

L'extrémité du tube où s'applique la bouche est garnie d'un tuyau conique appelé *embouchure* dont l'évasement et la profondeur doivent varier, non seulement suivant les dimensions de l'instrument et son caractère musical, mais suivant la forme et le jeu propre des lèvres de l'exécutant.

L'action seule des lèvres peut, en se modifiant et en se

combinant avec la rapidité du souffle, amener la division de la colonne vibrante en fractions plus ou moins nombreuses, et la production de divers sons harmoniques.

Si à cette action vous joignez la pénétration plus ou moins grande de la main dans la partie évasée de l'instrument, partie appelée *pavillon*, vous produirez encore de nouveaux sons. Tel est le *cor de chasse* et le *cor d'orchestre*. Le premier a un tube en cuivre d'une longueur invariable, et ne produit que peu de notes; mais dans le second, cette longueur peut prendre plus ou moins de développement, au moyen de rallonges plus ou moins étendues; de telle sorte qu'on peut jouer dans autant de tons. On adapte ainsi au cor d'orchestre jusqu'à dix rallonges différentes. Pour occuper moins de place, on recourbe le tube du cor plusieurs fois sur lui-même.

Le *cornet,* qui s'employait il y a quelques années dans les régiments, et auquel on a substitué le bugle, est une sorte de petit cor à pavillon beaucoup plus étroit; il n'embrasse que les deux octaves moyennes du piano; dans la plus basse des deux il ne donne que *ut* et *sol;* dans la seconde, l'accord parfait, *ut mi, sol, ut;* c'est, on le voit, un instrument des plus pauvres.

Le *bugle,* beaucoup plus volumineux, et qui s'entend à de bien plus grandes distances, a une plus belle qualité de sons que le cornet. C' est l'instrument avec lequel furent faits il y a quelques années, à Paris, les essais de la langue musicale. Il y a aussi des bugles *à clefs*, qui se rattachent aux instruments à clef, tels que l'ophycléide, dont il sera question plus bas.

Le bugle a la même étendue de deux octaves que ce cornet.

Le *trombone* ordinaire embrasse les trois octaves d'en bas du piano. On en tire des notes diverses en changeant la longueur de son tube. Ce changement s'opère en faisant glisser une partie du tube, formée de deux branches parallèles, réunies par un coude, dans deux autres portions rectilignes de ce tube. Ce glissement se fait à frottement doux, et l'ouvrier doit rendre les portions cylindriques des tubes assez droites, et les adapter assez bien pour qu'il passe le moins d'air possible entre elles. L'exécutant pouvant arrêter le coude dans un grand nombre de positions diverses, et donner ainsi au tube des longueurs di-

verses très nombreuses, le trombone produit une assez grande variétés de sons. Mais aussi qu'il est difficile de s'arrêter au point voulu! et combien compte-t-on de joueurs de trombone vraiment habiles?

Le trombone a été singulièrement perfectionné depuis quelques années, et sous le rapport de la justesse, et sous celui de la qualité des sons. On l'a même garni de *pistons*, comme il va être dit plus bas; et l'on distingue aujourd'hui les trombones *alto*, *ténor* et *basse*. Les *alto* jouent dans les octaves supérieures.

L'embouchure des trombones est d'autant plus large qu'ils sont plus graves.

Le cornet à piston est, à vrai dire, une espèce de trombone; son jeu plein d'effet, et la manière habile dont ont su en tirer parti deux musiciens des concerts publics ouverts à Paris depuis quelques années, ont mis cet instrument à la mode; aussi la fabrication en est-elle importante. Les pistons sont de petits tubes droits en cuivre, de quelques pouces de longueur, qui, comme le coude des trombones, peut, en pénétrant plus ou moins dans les branches de l'instrument, faire varier la colonne d'air vibrante. Mais ces pistons diffèrent du courbe des trombones, en ce que ce n'est pas en ajoutant plus ou moins de leur longeur au tube qu'ils changent le son, mais en bouchant ou ouvrant les ouvertures de certaines portions du tube recourbé, et faisant ainsi passer l'air par des circuits plus ou moins étendus. Des ressorts font sortir les *tubes-pistons* quand le doigt cesse de presser sur leur tête. La course de ces pistons est de 8 lignes environ au maximum; leur mise en action est un peu plus dure que celle des touches du piano, mais le jeu peut en être très rapide, témoin les contredanses animées de Musard.

Un Allemand, nommé *Stoelzell*, a imaginé les pistons; depuis, les fabricants français ont grandement perfectionné cet instrument. M. Halary en fournit à Vienne même et à Milan. Remarquons, à cette occasion, qu'en général, si les Allemands inventent beaucoup en fait d'instruments de musique, ce sont les Français qui améliorent.

Les pistons s'appliquent aux trombones, aux bugles, aux trompettes, aux cors. On en met deux ou trois sur le cor à pis-

ton. Bien qu'à l'aide de ces pistons on puisse embrasser au-delà de deux octaves, il convient de ne donner au jeu du cor à piston que cette étendue. Ces deux octaves sont la troisième et la quatrième du piano. En appuyant successivement sur un, sur deux ou sur les trois pistons, on change chaque fois la longueur de la colonne d'air; et, dans chaque cas, on obtient l'accord parfait.

On peut faire, au sujet du cor à piston, une observation applicable à tous les instruments à vent : à savoir, que l'épaisseur des parois du tube doit être en relation avec la forme de l'embouchure. Plus ces parois seront minces, et plus l'instrument octaviera facilement. Des parois minces demanderont une embouchure profonde.

Il est grandement question, depuis quelque temps, d'un nouveau mécanisme, dû à M. *Meifred*, qui remplacerait les pistons, et ne demanderait que des mouvements des doigts de deux lignes d'étendue. Mais cette substitution n'a pas encore été sanctionnée par le public.

L'*ophycléide* a été inventé en 1821 par M. A. Halary; on a dit à tort que cet instrument était d'origine anglaise. L'ophycléide a remplacé les *serpents* dans les églises où l'on tient à faire une musique supportable. Le serpent, dont le jeu est essentiellement un jeu des lèvres, n'a réellement que deux notes passables, le *la* et le *ré*. L'ophycléide est employé dans la plupart des musiques régimentaires, et souvent aussi dans nos orchestres.

Dans l'ophycléide, comme dans la flûte, la clarinette, le hautbois, etc., la division de la colonne d'air s'opère en ouvrant des trous percés sur la longueur du corps de l'instrument. Ces trous sont fermés par des soupapes garnies de peau; des leviers que pressent les doigts font fermer ces soupapes. L'ophycléide à dix clefs. Il embrasse les trois octaves graves du piano. Il y a aussi des ophycléides alto, ténor et grave. Quoique volumineux, ces instruments sont assez légers et portatifs. Les sons de l'ophycléide sont, à l'exception du *mi* et du *fa*, d'une belle qualité; mais le *mi* et le *fa* sont vraiment détestables.

Flûte. La flûte est l'instrument le plus facile à fabriquer. Elle a six trous, et le nombre de ses clefs varie depuis cinq jusqu'à dix. Anciennement la flûte n'avait qu'une clef. Son étendue est

comprise entre le *ré* de la deuxième octave d'en bas, et le *la* de la quatrième d'en haut. Il y a même des artistes qui, par un jeu habile des lèvres, embrassent trois octaves. Dans la flûte, le même doigt donne, en soufflant de deux manières différentes, certaines notes ou leurs octaves; mais cet effet n'a lieu que dans l'octave d'en bas. Pour baisser le ton de la flûte, et la mettre d'accord avec les autres instruments, on fait varier la longueur du tuyau, en faisant glisser les unes dans les autres les diverses portions de ce tuyau.

Anciennement on faisait le tuyau de trois pièces ou *corps*, et celle du milieu se subdivisait en trois petits fragments sur lesquels on faisait porter le glissement; mais aujourd'hui on destine spécialement à cet usage une portion du tuyau dite pompe; les parties de cette portion spéciale qui entre dans la portion voisine sont en cuivre, et glissent comme un piston à frottement très doux. Tulou et quelques autres constructeurs de flûtes ont supprimé la pompe, et opèrent le glissement sur chacun des *corps*; de cette façon, le tube entier est en bois.

Les soupapes à l'aide desquelles on bouche certains trous dans la flûte, dans la clarinette, etc., sont ou un disque de liége, ou un tampon revêtu de baudruche, et contenant dans son intérieur de la laine ou du coton ou de la peau. On a aussi essayé le caoutchouc. Quand on emploie le liége, il arrive que l'anneau métallique un peu saillant dont on garnit intérieurement les trous entre dans le liége lui-même, et que la fermeture est suffisamment exacte.

Les Anglais font leurs trous de flûtes plus grands que les nôtres; il résulte de là moins de précision et plus de fatigue pour l'exécutant, en raison de la plus grande dépense d'air.

L'allongement du tuyau de la flûte permet de jouer dans tous les tons avec cet instrument. En donnant à ces tuyaux une longueur suffisante, et les perçant de quelques trous de plus, qu'on garnit de clefs, on les fait descendre à volonté à l'*ut* d'en bas, ou même an *si*, mais il en est beaucoup qui s'arrêtent au *ré* de la troisième octave.

Les flûtes en ébène, portant quatre ou cinq clefs, coûtent depuis 50 fr. jusqu'à 200 fr., suivant leur garniture en ivoire

ou en argent. Les fabricants les plus célèbres, Godefroy entre autres, élèvent ce prix jusqu'à 400 fr.

La *flûte* se fait en bois, en verre, et même en cuivre. Il est constaté qu'on ne peut distinguer, quant à la douceur des sons, les flûtes de cuivre et celles de bois; mais il n'a été fait que quelques instruments de cette espèce en cuivre; ils sortaient des mains de M. A. Halary, et pouvaient lutter avec les flûtes de M. Godefroy. Les bois préférés sont la *grenadine*, bois importé de l'Inde, et l'ébène. Le buis le meilleur nous vient d'Espagne.

La *petite flûte* a six trous, et reçoit jusqu'à cinq clefs; mais il en est qui n'en portent qu'une. Le prix de celles-là descend, il est vrai, à quarante sous. Les petites flûtes des *bals*, des orchestres, sont en *ré*, tandis que celles des musiques militaires sont en *mi* bémol, pour pouvoir chanter à côté de la masse des instruments qui sont en *si*. C'est tout au plus si l'on trouverait en France dix musiques de garde nationale jouant en *ut*. La petite flûte commune, sans clefs, est en bois; celles qui ont quelque prix sont en ébène et en grenadine. Leur prix varie de 30 à 100 fr. quand elles ont quatre ou cinq clefs. L'étendue dans laquelle joue la petite flûte est de deux octaves et demie, comme la flûte proprement dite, mais en portant une octave plus haut.

Les *flageolets* communs et ceux d'orchestre ont même embouchure, en *sifflet*. La forme des derniers est beaucoup plus longue, mais il n'y a de différence réelle que dans l'addition, faite au flageolet simple, d'un porte-vent aussi long à peu près que le flageolet lui-même. La bouche, au lieu de s'appliquer sur le sifflet, reçoit un tuyau un peu aplati à l'extérieur et qui est le commencement du porte-vent. Cette addition d'un porte-vent a pour but spécial d'éloigner de la figure les trous du flageolet et de rendre la position des bras moins fatigante.

Les flageolets embrassent les deux octaves supérieures; ils vont du *la* au *la*, ils portent trois, cinq, ou six clefs. On les fait en *grenadine*, en ébène ou en buis. Le prix des flageolets à clefs varie de 20 francs à 120 francs.

Le tube de la clarinette se termine par un petit pavillon. Elle

porte une anche à une seule languette; cette languette est en roseau.

L'anche de la clarinette doit varier d'épaisseur suivant la nature des lèvres de l'exécutant et son degré d'habileté. Les commençants ne peuvent se servir que des anches faibles.

La *clarinette* ne portait anciennement que six clefs; aujourd'hui on lui en donne treize. Elle a sept trous; elle embrasse trois octaves et demie, depuis le *mi* de la deuxième jusqu'au *la* de la cinquième octave. On distingue cinq espèces de clarinettes, celles en *ut*, celles en *si*, celles en *là*, celles en *mi bémol* qui vont avec lès clarinettes en *si*; et celles en *fa* qui vont avec les clarinettes en *ut*. Plus les clarinettes sont basses, et plus, ainsi que le veut la théorie des instruments à vent que nous avons exposée, leurs tubes doivent avoir de longueur. Les clarinettes de ces cinq espèces ont la même étendue chromatique, le même doigté et la même gamme. Le buis, celui d'Espagne surtout, est le bois le meilleur dont on puisse faire des clarinettes; on emploie quelquefois l'ébène. Le prix des clarinettes varie de 80 francs à 120 francs, quand les clefs sont en cuivre.

Le *basson* a beaucoup perdu de son importance industrielle depuis quelques années. Remplacé dans la musique militaire par l'ophycléide qui est bien plus puissant, il ne paraît plus que dans les orchestres et dans les concerts, où il conserve, il est vrai, une haute importance. Le basson embrasse trois octaves, son doigté est celui de la flûte. Cet instrument a une anche à deux lames en roseau, comme le hautbois, mais entre ces lames on n'insère pas de tube en cuivre. Le basson se fait en bois d'érable; ce bois est en effet celui qui convient le mieux à la nature de cet instrument, dont le prix varie de 150 francs à 300 francs.

Le *hautbois* a un pavillon analogue à celui de la clarinette, il porte une anche formée de deux lames minces, légèrement courbées et appliquées par leurs bords les plus longs. (Voy. ANCHES.) Ces lames sont en roseau; un tube de cuivre placé entre elles sert de prolongement au canal aplati formé par leur réunion. Le hautbois porte six trous dont deux doubles, c'est-à-dire que deux trous très petits sont situés l'un à côté de l'autre, sur une ligne perpendiculaire à la longueur du tube. Suivant

qu'on en ferme un ou deux à la fois, le son produit est plus ou moins grave; quelquefois on perce un septième trou à la partie inférieure du hautbois pour descendre au *si*. Le hautbois porte en outre de neuf à douze clefs; cet instrument embrasse les trois octaves supérieures. Le hautbois se fait souvent en buis, quelfois en ébène; son prix varie de 100 francs à 150 francs; il est peu d'instruments aussi ingrats; son caractère champêtre fournit néanmoins de piquants effets de contraste dans les orchestres.

Le *cor anglais* porte une anche à deux lames en roseau; son tube en cuivre, quelquefois droit, mais le plus souvent courbé, se termine par un pavillon en forme d'urne. Cette courbure du tube a pour objet de rendre la position des bras moins gênante; alors l'instrument peut se tenir presque appliqué contre le côté droit du corps, et les doigts attaquent commodément les trous et les clefs. Ces tubes sont formés d'un grand nombre de petites portions cylindriques assemblées à *queue d'aronde*; le tout est consolidé par une enveloppe de toile ou de peau de chagrin. Il est difficile de donner une expression agréable au cor anglais; on voit fort peu de ces instruments.

Il existe un instrument plus rare encore, appelé *baryton*, qui a quelque analogie avec le cor anglais; son tube droit est recourbé en coude à l'extrémité et porte un pavillon.

Nous ne mentionnerons que pour mémoire le *fifre*, le *galoubet* particulier à la Provence, et la *cornemuse*, qui ne paraît presque jamais dans les villes. Ces instruments et plusieurs autres aussi médiocres n'ont aucune importance musicale et ne sont pas l'objet d'une fabrication étendue.

Il existe dans les églises quelques serpents perfectionnés par M. Forveille; ces instruments qui luttent défavorablement avec les ophycléides, se marient assez bien avec le plain-chant; mais leur effet musical est trop médiocre pour que nous nous arrêtions sur leur description.

Nous devons joindre à cet aperçu rapide sur les instruments à vent, l'indication de la très ingénieuse *sirène* de M. Cagnard de Latour; cet instrument de physique fournit la mesure du nombre des vibrations qui correspond à une note donnée. Il est essentiellement composé de deux plaques circulaires placées l'une sur l'autre et percées par leur circonférence, de trous en même

nombre et disposés de la même manière. Un courant d'air est amené aux trous de l'une des deux plaques et fait tourner l'autre sur celle-ci, de telle sorte que les trous de la première sont tantôt en correspondance avec ceux de la seconde et tantôt à côté d'eux. Quand il y a correspondance, le vent des trous de la plaque inférieure passe dans les trous de l'autre plaque qui viennent s'aboucher avec eux, mais, aussitôt après, le passage est arrêté, puis ce passage recommence, etc., de sorte qu'il résulte de ces mutations rapides une série de vibrations qui produit un son perceptible. En même temps la vitesse de rotation des plaques et le nombre de fois que les trous sont en concordance, sont indiqués par des aiguilles *compteurs* qui reçoivent, par des rouages délicats, leur mouvement des plaques, et l'on peut observer le nombre des vibrations qui correspond à une note donnée.

Il se fabrique, dans le village de la Couture (département de l'Eure), un grand nombre d'instruments à vent en bois; ceux en cuivre se font presque tous à Paris. Cette ville en fournit une quantité notable à l'Angleterre, à la Belgique, à l'Espagne et même à l'Allemagne. Parmi les fabriques importantes de Paris, il faut citer, pour les instruments en cuivre, celles de MM. A. Halary et Roux, d'où sortent les meilleurs produits. SAINTE PREUVE.

INSTRUMENTS ARATOIRES. (*Agric.*) Dans l'art agricole, encore plus que dans les autres arts, le point essentiel est d'obtenir le résultat le plus avantageux avec le moins de dépense possible. Le plus sûr moyen d'y parvenir est d'appeler les instruments au secours des bras. Les instruments aratoires, nés avec l'agriculture (car l'homme ne pouvait pas, à l'instar de quelques animaux, fouiller la terre avec ses membres), et d'abord simples comme ses premiers procédés, se sont successivement perfectionnés et compliqués à un point qui doit en faire aujourd'hui l'objet d'une sérieuse étude pour l'agriculteur qui ne veut pas perdre son argent et sa peine en des essais que son inexpérience rend plus ruineux encore, mais qui désire profiter pourtant de tout ce que le génie des inventions et l'expérience d'autrui ont imaginé et constaté de bon et d'utile.

Non seulement l'économie qu'il est nécessaire d'apporter

dans les travaux, mais encore l'insuffisance des bras, obligent l'agriculteur de recourir, pour les grandes exploitations, aux instruments mus par les bêtes de trait; et de même que la plus importante de ses opérations est le labour, le plus important de ses intruments est aussi la charrue. Ce manque de bras ne peut qu'aller croissant, car, outre la tendance malheureuse qu'ont les populations rurales à aller se perdre au sein des villes, le développement considérable de grandes entreprises industrielles tend journellement à les enlever à la culture des terres proprement dite, c'est-à-dire à celle qui, s'occupant de la production des céréales, est destinée à nourrir le genre humain.

Lorsque l'ignorance, l'orgueil ou la paresse d'esprit n'asservissent pas invinciblement le cultivateur à la routine des pratiques locales, il ne peut pas disconvenir que si, dans nombre de pays, on ne peut pas exécuter avec deux bètes et un seul conducteur des labours ordinaires, comme cela s'opère en Flandre, en Piémont, dans la Lombardie, sur les bords de l'Adriatique, dans une partie de l'Angleterre, de la France et de l'Allemagne, il n'est pas moins démontré que, au moyen d'une bonne charrue, cela pourrait avoir lieu dans beaucoup de contrées où l'on emploie un plus grand nombre de bêtes de trait, et que, dans tous les cas, on pourrait diminuer le nombre des bêtes, si ce n'est pour tous les labours, du moins pour ceux qui n'exigent qu'une profondeur moyenne. « On y parviendrait, dit le baron *Crud*, en faisant éprouver, à l'aide d'un dynamomètre, dans les diverses contrées où on laboure avec deux seules bêtes de trait, quel est le degré de force motrice que ce labour demande, jusqu'à quelle profondeur on peut labourer avec deux bêtes, et quelle est la force moyenne des bêtes de trait. Lorsqu'on connaîtrait bien ces proportions, on éprouverait ensuite le degré de résistance que présentent les labours ordinaires du pays où l'on opère et la force des bètes de trait qu'on y emploie. Un gouvernement qui, par ce moyen ou par l'introduction d'une charrue perfectionnée, parviendrait à diminuer d'un tiers ou d'une moitié les frais du labour, procurerait à son pays un bénéfice dont on peut à peine se faire une idée. » En attendant que

le vœu du baron Crud soit accompli; on cherche cette *Charrue* de toutes parts, et il n'est guère d'année qu'il ne s'en présente de nouvelles.

Mais il n'est point, sans doute, de charrue universelle; et, sans craindre d'être accusé de routine, le laboureur doit, autant que possible, approprier son instrument à la nature de ses terres, à la force de son attelage, à la différence de sa culture, et nécessairement aussi à ses moyens pécuniaires. Il faut aux terres fortes des charrues robustes, qui tranchent et divisent franchement le sol. Les terres légères ou déjà ameublies doivent être labourées avec des charrues légères, pour ne pas fatiguer inutilement le bétail. Quand on a à sa disposition des attelages forts, on peut avoir de grosses charrues; mais si l'on ne possède que des bestiaux chétifs, il faut bien opérer les labours avec des charrues légères. Tous les labours superficiels doivent être exécutés avec des charrues légères, tandis qu'il en faut de fortes pour faire les labours profonds, et surtout ceux qu'on appelle préparatoires; enfin, les charrues doivent être à bon marché, simples et solidement construites, parce que, dans les cas contraires, ou le cultivateur manque de moyens pour se les procurer, ou il ne peut pas les ajuster et s'en servir si elles sont trop compliquées, ou, si elles ne sont pas solides, il est obligé de les faire renouveler trop fréquemment.

Lorsque le cultivateur fait fonctionner sa charrue, il doit toujours avoir en vue, tout en pratiquant de bons labours, de diminuer le tirage et, par conséquent, la résistance qu'offre la motte de terre ou la raie que l'on retourne. Il atteint ce but, 1° en mettant la force ou la ligne de tirage des animaux le plus en rapport possible avec la surface des terrains que parcourt le soc. C'est pour cette raison que les chaînes de tirage qui partent de l'essieu pour aller s'appendre à l'*age* ou flèche, près du soc, valent mieux que l'anneau qui embrasse l'age à son tiers antérieur; 2° le soc à deux ailes tranchantes, inclinées d'arrière en avant d'environ 50°, coupe franchement et dans le même temps, et avec le moins de résistance possible, la motte de terre ou la raie dans les deux sens horizontal ou vertical, tandis que les socs ordinaires, voutés ou plats, assortis en leurs centres, tournent la terre et la déchirent au lieu de la tran-

cher, d'où il résulte une grande résistance qui, pour être vaincue, réclame une force de tirage bien supérieure à celle dont on a besoin dans le premier cas; 3° enfin, il faut que l'*oreille* et le *sep* soient bien construits, pour qu'ils ne fassent que glisser en quelque sorte contre la terre, au lieu d'y frotter avec pression, comme cela se remarque dans les charrues qui ont l'oreille trop bombée ou trop contournée, et le sep trop massif ou trop long.

Il importe beaucoup que le cultivateur sache monter sa charrue, quelle que soit celle qu'il adopte, parce que, si elle *pique* trop, le derrière lève; alors le conducteur, ainsi que les bêtes d'attelage se fatiguent en vain, et le labour est toujours mauvais. Pour qu'une charrue soit bien montée, il faut qu'à mesure qu'elle fonctionne, la partie postérieure du sep suive, sans pression, le fond des sillons, et que l'oreille n'appuie contre la raie que tout juste autant qu'il le faut pour la renverser. L'art de bien monter une charrue s'acquiert surtout par la pratique et par l'expérience. (Voy. Charrue.)

Mais il est des labours qui se font à l'aide d'instruments aratoires autres que les charrues. Ces instruments sont principalement l'*extirpateur*, la *ratissoire*, le *scarificateur*, la *herse* et le *rouleau*.

L'*extirpateur* diffère essentiellement de la charrue, en ce qu'au moyen de ses socs il soulève, mélange et divise la terre sans la retourner ni la pénétrer qu'à une faible profondeur, et ne donne pas à sa surface la disposition particulière que lui imprime le sillonnage. Ses principaux avantages sont de pulvériser et mélanger le sol à plusieurs centimètres de profondeur, de diminuer le nombre des herbes annuelles en ramenant près de la surface leurs graines, que l'on déracine par la façon suivante, après qu'elles sont germées; de détruire également les plantes vivaces; de détruire par degrés les inégalités du sol, et de présenter une grande économie sur le travail de la charrue, auquel il succède avantageusement. L'emploi de l'extirpateur en France n'est pas très ancien, et mériterait d'être beaucoup plus répandu. En Angleterre, le général Beatson a été jusqu'à prétendre que les extirpateurs pouvaient remplacer entièrement les charrues. Il paraît seulement vrai de dire que

lorsque le sol a reçu un ou deux labours à la charrue, il est presque toujours avantageux de le finir à l'extirpateur, pour donner les façons préparatoires aux semis d'automne; dans certains cas, on préfère aussi l'extirpateur à la herse pour recouvrir la graine après les semis. Pour les semis du printemps, l'extirpateur est plus souvent substitué à la charrue; enfin, pour les semailles tardives d'été, un simple trait de cet instrument, donné sur un terrain dont on vient d'enlever les produits, est assez fréquemment une préparation suffisante. Mais l'extirpateur ne peut ouvrir la terre aux influences atmosphériques aussi bien que la charrue; et son emploi est tantôt rendu difficile par la ténacité du sol, tantôt rendu impossible par les pierres et les cailloux de quelque grosseur dont il est embarrassé. Plus le sol est tenace, plus les socs doivent êtres pointus et étroits. Le nombre et la forme de ces socs varient en raison de la nature du sol. Les extirpateurs diffèrent des scarificateurs et des herses, parce qu'ils portent des espèces de socs horizontaux, comme ceux des charrues, à la place des centres verticaux ou des dents qui caractérisent ces deux dernières sortes d'instruments. Ainsi que les charrues et les houes, les extirpateurs marchent avec ou sans avant-train. On distingue chez nous l'extirpateur à socs mobiles de Roville; celui à pieds fixes, que M. M. de Dombasle y a substitué; celui de M. de Valcourt, qui a été adopté à Périgueux, où on le fabrique: il est à cinq socs. Deux des extirpateurs anglais les plus estimés sont ceux de Wilkie et de Hayward. Le plus parfait de tous, celui qui peut se prêter le mieux à tous les travaux auxquels cette sorte d'instruments est applicable, est celui de M. de Valcourt; mais, à raison de sa complication, qui le rend dispendieux, celui de Roville, tel qu'il est décrit dans la *Maison rustique du* XIX*e* *siècle*, paraît, à cause de sa simplicité même, devoir être préféré dans la pratique.

Les *scarificateurs* diffèrent des extirpateurs et se rapprochent des herses par l'absence des socs qui caractérisent les premiers, et la présence de coutres qui agissent à la manière des dents des dernières. On les emploie en des circonstances assez différentes: tantôt avant la charrue, pour faciliter son action dans les défrichements; tantôt après la charrue, en place de la herse; d'autres fois au printemps, sur les champs qui commencent à se couvrir

de mauvaises herbes; et à l'automne, avant les semailles. Quoique le labour qu'on en obtient soit généralement moins bon que celui de l'extirpateur, cependant on peut l'utiliser dans des circonstances où il serait difficile de recourir au second. Telles sont notamment celles où le terrain est rocailleux et envahi par des gazons découpés et par des racines traçantes. Le scarificateur rotatif, à râteau, imaginé par l'Anglais Morton, a pour but et paraît avoir pour effet de pulvériser et de nettoyer à la fois le terrain. Il existe dans quelques grandes exploitations; mais, outre sa cherté, il a l'inconvénient d'exiger un très fort tirage.

On se sert en divers lieux de *ratissoires à cheval*, de préférence à la charrue, pour déchaumer les champs de blé, donner les labours de jachères, aplanir le terrain dans lequel se trouvaient des plantes butées, préparer différentes semailles.

Le *cultivateur à socs et à coutres* est formé de deux pièces de bois dont l'extrémité postérieure se recourbe et forme les mancherons, et qui sont jointes sur le devant par une charnière adaptée au timon, qui peuvent de l'autre ouvrir et refermer à volonté. Il a sur le devant un coutre en forme de truelle, et trois autres en forme de lame de couteau sur le prolongement de chacune des deux traverses, qui, réunies, forment un châssis triangulaire. Cet instrument se rapproche assez des houes à cheval. On l'emploie également pour la culture des plantes sarclées et semées en ligne, en y attelant un seul cheval conduit par un seul homme qui tient les mancherons. Après son passage dans les rangées de plantes, il ne reste que le pied de celles-ci à travailler, ce qui peut se faire à peu de frais par des femmes.

Les *houes à cheval* rendent de grands services sur les terrains meubles légers, exempts de pierres et bien préparés; mais dans les sols argileux, pierreux et mal rigolés, il est préférable de faire donner des cultures à la main, surtout si les récoltes ne demandent pas à être butées.

Dans la pratique ordinaire, l'action de la *herse* est presque toujours le complément obligé des labours à la charrue. (Voy. le mot Herse.)

Quant au *rouleau*, il vient souvent à l'aide de la herse pour briser les mottes qui ont résisté à son action. Dans les terrains

argileux, son emploi opportun sert à diviser la terre; dans les localités sablonneuses, il sert à affermir le sol, à plomber et unir sa surface, et à diminuer ainsi l'évaporation. Les rouleaux destinés à effectuer le plombage ont une surface unie; ceux qui sont destinés à briser les mottes sont, au contraire, cannelés ou armés de pointes en fer et de disques coupants, ou formés de liteaux métalliques angulaires, placés à quelque distance les uns des autres autour de l'axe cylindrique, dont ils forment la circonférence. M. de Dombasle a inventé un rouleau, dit *squelette*, d'un prix modéré, quoique d'une grande puissance; il est entièrement en fonte, sauf le châssis en bois; l'arbre sur lequel sont assemblés les disques composant les rouleaux est en fer, garni de disques; les uns sont en fonte et terminés à leur circonférence en forme de coins; et les autres, plus petits, servent à consolider l'assemblage et à maintenir les premiers à une distance convenable. Le rouleau brise-mottes, de *Guillaume*, porte un grand nombre de dents carrées en bois. Le rouleau à disques coupants est formé d'un cylindre en bois sur lequel se trouvent enfilés et fixés de diverses manières des anneaux lamellaires, tranchants à leur circonférence. Le rouleau à pointes en fer agit avec assez d'énergie pour ameublir même des terres anciennement labourées, et les préparer à recevoir la semence, soit qu'elles aient été battues par les pluies ou durcies par le temps. L'emploi de rouleaux pesants sur des terrains argileux qui ne sont pas très secs, est extrêmement préjudiciable aux récoltes qui doivent le suivre, à cause de l'imperméabilité qui résulte de la pression des particules du sol les unes sur les autres.

Le *rouleau plantoir* consiste en un cylindre de grosseur et de longueur variables, armé de dents de bois, dont la grosseur, la largeur et le rapprochement sont calculés sur la longueur, la profondeur et la distance du trou que l'on veut faire, et qui, suivant la disposition des dents, se trouveront disposés en losange ou en échiquier. On le fait traîner par un âne ou par un cheval sur la terre labourée et bien ameublie, où l'on veut planter des betteraves, des carottes et autres plantes qui demandent à être cultivées en ligne.

Le *rayonneur* est destiné à produire à peu près les mêmes ef-

fets que le rouleau-plantoir. Il diffère de l'extirpateur en ce qu'il n'a qu'un rang de pièces au centre, que l'on espace à des distances variables, mais égales. On l'emploie à tracer, le long des sillons, des lignes parallèles pour disposer régulièrement les plantes qu'on veut cultiver en rayon.

Depuis long-temps l'agriculture réclame le secours d'un *semoir* qui soit à la fois simple, économique et d'un facile entretien. Les plus parfaits jusqu'à présent sont ceux de M. Guyon et de M. Barreau : le premier pour la grande, le second pour la petite culture. Nous en parlerons au mot SEMOIR.

SOULANGE BODIN.

INTÉRÊT. On appelle intérêt la somme payée au prêteur pour le loyer d'un capital. Il semble au premier abord, et avec raison, que la loi ne devrait pas plus intervenir dans les transactions de ce genre, qu'elle n'intervient dans les conditions que fait un propriétaire à son locataire, ou le maître du sol à son fermier. Cependant il en a été autrement dans tous les temps et dans tous les pays, et l'intérêt des capitaux a été limité à un taux plus ou moins élevé. Dans l'état actuel de notre législation, la loi ne permet que l'intérêt de 5 p. 0/0 dans les transactions civiles, et celui de 6 p. 0/0 dans les affaires commerciales ; mais cette limite est constamment dépassée sous le nom de commission ou de prime, et l'intérêt s'élève habituellement à 7, 8 et quelquefois 10 p. 0/0. On conçoit, en effet, qu'une simple commission de 1/2 p. 0/0 étant prélevée sur quatre renouvellements successifs dans la même année, produit un véritable supplément d'intérêt de 2 p. 0/0.

Dans les contrats purement civils, les intentions généreuses de la loi tournent au détriment de l'emprunteur, parce que l'intérêt véritable ne pouvant être ostensiblement stipulé, le prêteur retient souvent pour plusieurs années la différence entre le taux légal et le taux consenti, et prive ainsi l'emprunteur de la disposition d'une partie du capital. On a long-temps cherché à remédier à ces abus, et les lois sur l'USURE (Voy. ce mot) ont eu principalement pour but d'y mettre un frein ; mais ces lois n'étant fondées sur aucun principe positif sont tous les jours éludées avec impunité. Il faut considérer qu'un prêt est toujours accompagné d'un risque plus ou moins grand; l'intérêt ne repré-

sente que le loyer du capital et non la prime d'assurance contre les chances incertaines du remboursement. Il conviendrait d'accorder une latitude pour la fixation de cette prime, et, par conséquent, de supprimer les lois sur l'usure. La concurrence s'établirait alors entre les prêteurs, et l'intérêt des capitaux se réglerait bientôt sur une base moyenne qui comprendrait le loyer et les risques. Cette proposition a été faite à la Chambre des députés dans la session de 1836 par M. Lherbette, mais elle a échoué; nous croyons toutefois que le moment n'est pas éloigné où la force des choses amènera la révision d'une législation contraire aux vrais principes de la science économique, et aux intérêts bien entendus des emprunteurs et des prêteurs.

Blanqui aîné.

IODE. (*Chimie industrielle.*) Nous n'avons que peu de choses à dire de ce corps, très remarquable sous le rapport chimique, et qui offre diverses applications dans les arts, parce que, dans des articles particuliers, nous aurons à nous occuper de ses combinaisons.

On n'a jusqu'ici rencontré abondamment l'iode qu'à l'état de sel, le plus ordinairement combiné avec le potassium ou le magnésium, comme dans quelques eaux ou diverses plantes : on l'a cependant aussi trouvé combiné avec le fer et le plomb; mais ces derniers composés sont très rares.

C'est de la masse solide obtenue par la combustion de diverses variétés de fucus ou algues, et qui est connue sous le nom de *soude de varecs*, que l'on extrait l'iode. Ces plantes, extraites du sein de la mer, et desséchées sur ses bords par l'action de l'air et du soleil, sont brûlées dans des fosses, dans lesquelles on en jette jusqu'à ce que la masse obtenue les remplisse. Comme ces cendres renferment une grande quantité de sels de soude, elles se frittent à la haute température à laquelle elles se trouvent exposées; la masse, brisée en plus ou moins gros fragments, est lessivée et les liqueurs évaporées à diverses reprises, jusqu'à ce qu'elles cessent de fournir des cristaux; la liqueur restante, ou *eau mère de soude de varecs*, renferme, parmi divers autres sels, de l'iodure de potassium.

Le procédé le plus habituellement mis en usage consiste à la traiter à chaud par l'acide sulfurique, dont une partie se

transforme en gaz sulfureux et cède de l'oxigène au potassium, pour produire de la potasse qui s'unit à une autre portion d'acide sulfurique. L'iode, mis en liberté, se volatilise et vient cristalliser dans la portion froide des vases; une petite quantité passe avec divers acides et de l'eau, dans laquelle elle se dissout.

En petit, on opère dans une cornue de verre munie d'une allonge et d'un ballon; en grand, on emploie une marmite en terre vernissée, que l'on recouvre d'un chapiteau en verre, dont le bec s'ajuste à deux terrines en grès, réunies par leurs bords.

L'iode obtenu est comprimé dans du papier buvard, et si on veut l'obtenir en belles lames, on le sublime de nouveau.

Wollaston avait remarqué que l'on facilitait beaucoup la séparation de l'iode en ajoutant un peu d'oxide de manganèse à la liqueur; mais il faut bien éviter d'en employer un excès, parce qu'il se produirait du chlorure d'iode qui serait perdu pour l'opération.

Soubeiran a proposé de précipiter l'iode par du sulfate de cuivre, et de décomposer l'iodure de cuivre par le peroxide de manganèse; mais ce procédé est beaucoup moins avantageux que celui qu'a adopté Barruel, et qui est une modification du procédé de Wollaston.

Les eaux mères de soude de varecs renferment aussi des bromures; de sorte qu'en opérant comme nous allons le dire, on obtient en même temps du brome.

On évapore à siccité les eaux mères; on ajoute au résidu 1/10 de peroxide de manganèse, et on chauffe au rouge brun naissant, dans une chaudière de fer, en agitant fréquemment; par ce moyen, les sulfures et hyposulfates passent à l'état de sulfates, ce que l'on reconnaît à la propriété qu'a la matière, traitée par l'acide sulfurique en excès, de ne donner ni soufre ni acide sulfureux. Si, pendant la calcination de la matière, il se dégageait des vapeurs violettes, il faudrait abaisser la température.

On dissout le résidu dans l'eau, de manière à obtenir une liqueur marquant 36° à l'aréomètre, et l'on y fait passer un courant de chlore en l'agitant continuellement : il faut éviter un excès de chlore, et l'on se guide facilement dans son dégage-

ment, en l'arrêtant quand on est prêt d'obtenir la saturation, retirant le tube du liquide, et plaçant son ouverture un peu au-dessus de la surface; tant que le gaz, en le touchant, précipite un peu d'iode, on peut continuer l'opération.

Quand on n'a employé que la proportion de chlore exactement nécessaire, on peut retirer des eaux mères, du brome, en y ajoutant 32 de peroxide de manganèse et 24 d'acide sulfurique pour 1250 d'eau mère, et distillant le tout dans une cornue munie d'un ballon et d'un tube rodés l'un sur l'autre : le tube plonge dans une éprouvette, le brome se distille à une douce chaleur.

Avant de jeter les eaux mères, il faut s'assurer par un traitement semblable qu'elles ne fournissent plus de brome.

L'iode est solide, sous forme de belles lames romboédriques, d'un gris d'acier; il est friable, d'une saveur âcre, fusible à 107°, volatil à 175° en belles vapeurs violettes; il forme sur la peau une tache jaune, qui disparaît après quelque temps. L'eau en dissout à peu près 1/7000, l'alcool le dissout, au contraire, en grande proportion. L'eau ajoutée à cette dissolution en précipite l'iode sous forme d'une poudre très divisée. L'ammoniaque dissout l'iode, et quand on y ajoute de l'eau il se précipite un iodure très fulminant : il est bon d'être prévenu de cette propriété.

L'iode produit avec les diverses fécules, comme nous l'avons fait voir M. Colin et moi, une teinte bleue plus ou moins foncée, qui permet de reconnaître ces corps l'un par l'autre : le composé bleu perd complétement sa couleur à 90°, et la reprend en refroidissant. Au-delà de cette température, il faudrait faire intervenir l'action du chlore pour ramener la teinte.

Quand on doit rechercher de très petites quantités d'iode ou d'iodures solubles dans une substance, par exemple, dans le sel marin, on mêle à celui-ci de l'eau dans laquelle on a fait bouillir de l'amidon, et après avoir placé le mélange sur un corps blanc, comme de la porcelaine, par exemple, on fait seulement tomber dessus la vapeur d'une dissolution de chlore dans l'eau, parce qu'un excès de chlore ferait disparaître la teinte obtenue.

H. Gaultier de Claubry.

IRRIGATION. (*Hydraulique.*) Les eaux, si nécessaires à la végétation, s'écoulant toujours par les lignes de plus grande pente du sol, ne fertilisent, lorsqu'elles sont abandonnées à elles-mêmes, qu'une étendue fort petite, comparativement à celle qui est privée de leur influence. Aussi, de temps immémorial, l'industrie de l'homme a-t-elle lutté contre la disette de cet agent puissant de la production, par des moyens qui ont varié comme les époques, les lieux et le génie de leurs auteurs. Tous, en général, ont eu pour objet de retarder la chute des eaux, en les forçant à se répandre sur les champs qu'elles abandonnaient, et même de les élever de nouveau, lorsqu'elles avaient obéi aux lois de la gravitation, pour les faire subvenir aux besoins de l'agriculture et de l'économie industrielle ou domestique.

Les limites dans lesquelles nous devons nous renfermer ne nous permettant pas d'examiner en détail tous les procédés et toutes les machines dont on s'est servi, nous exposerons seulement les principes généraux qui dominent cette matière. Nous diviserons cet article en trois parties : la première traitera de l'irrigation naturelle, ou, pour parler plus exactement, de l'irrigation qu'on exécute en usant de la pente du sol, et en la disposant convenablement ; la seconde sera consacrée à l'irrigation qui exige préalablement l'élévation de l'eau ; enfin, la troisième se composera de quelques considérations sur le bon usage des eaux, lorsqu'elles sont amenées sur le terrain (1).

§ Ier. — 1° L'irrigation naturelle suppose nécessairement l'existence d'un canal dont la surface est plus élevée que celle de la prairie qu'on veut arroser. On puise dans ce canal l'eau nécessaire, et lorsque la quantité en est suffisante, on ferme la prise, et on donne une issue au liquide surabondant. Cette dernière condition suppose aussi l'existence d'un canal inférieur ou d'une pente suffisante pour l'égouttement du terrain, et n'est pas moins nécessaire à remplir que la première ; car l'herbe souffrirait considérablement d'une humidité prolongée outre mesure.

(1) Nous nous occuperons seulement de l'arrosage des prairies, parce que c'est à ce genre de culture que l'irrigation est ordinairement appliquée.

On obtient assez facilement ces résultats en formant dans les rivières des barrages temporaires qui les obligent à déborder, et en étendant les eaux partout où le peu d'élévation des terrains voisins leur permet d'atteindre. Les barrages permanents établis pour le service des usines sont éminemment propres à cet usage, auquel ils sont fréquemment employés. La fermeture des vannes et l'exhaussement des déversoirs à l'aide de quelques madriers suffisent aux meuniers pour inonder les prés situés en amont de leurs retenues, et pour en retirer des récoltes considérables.

Mais cette irrigation par submersion totale a le grave inconvénient de consommer inutilement une très grande quantité d'eau, qui se répand en nappe fort épaisse dans les parties déprimées du terrain, et qui ne s'y absorbe souvent que par filtration lente, sans retourner à la rivière qui l'a fournie. Cette eau convertit en prés marécageux toutes les parties où elle séjourne, et y favorise la végétation des grosses herbes désagréables aux bestiaux, et même des joncs et des roseaux impropres à leur nourriture.

On remédierait à presque toutes les imperfections de cette méthode, si l'on pouvait disposer d'une pente assez grande, et qu'on mit, au moyen de fossés convenablement creusés, les points les moins élevés en communication avec la rivière. Lorsque, après l'irrigation, celle-ci aurait repris son niveau ordinaire, l'écoulement de la surabondance serait facile, et son séjour ne se prolongerait plus au-delà du temps nécessaire. L'apathie des cultivateurs leur fait souvent omettre une disposition si simple dans les lieux où elle serait le plus facile.

On ne trouve pas toujours, ou plutôt on trouve assez rarement, des situations où l'on soit maître de disposer ainsi du niveau des eaux, et de le faire varier à son gré. L'impossibilité de le surélever, soit par la crainte des inondations, soit par l'interdiction de construire des barrages, oblige donc ordinairement les propriétaires à utiliser, telle qu'elle est, la pente de la rivière et du sol. L'irrigation n'est alors praticable qu'autant qu'on peut trouver un point où la surface fluide soit un peu plus élevée que les prairies à arroser. Cette condition est facile à remplir dans un nombre de cas beaucoup plus grand qu'on ne

le penserait d'abord, et l'apparence du terrain trompe si souvent et si facilement l'œil le plus exercé au nivellement, que, dans un nombre infini de localités, des opérations exactes démontrent la facilité d'amener l'eau sur des points où on n'eût jamais songé qu'elle pût parvenir d'elle-même.

C'est surtout dans les pays où l'industrie des habitants s'est depuis long-temps exercée à combattre, par l'arrosement artificiel, l'aridité naturelle du sol, qu'on peut admirer des travaux aussi simples qu'ingénieux exécutés dans l'intention de dériver de petits cours d'eau qui se perdaient inutilement en creusant des ravins sur le versant des montagnes. Ici, on voit le ruisseau coulant dans un chenal en bois suspendu sur des pieux; là, on le trouve roulant ses eaux dans une tranchée ouverte sur les flancs d'un rocher; ailleurs, enfin, de grands ouvrages, auxquels une population entière a pris part, détournent une petite rivière, et viennent la distribuer entre un nombre presque infini de co-usagers, soumis à des règlements équitables et à la surveillance d'un syndicat protecteur de l'ordre et des droits de tous.

2° Lorsque le volume d'eau est trop faible pour permettre de recourir à la méthode par submersion dont nous venons de parler, et dont nous avons signalé les défauts, on doit effectuer l'irrigation par nappes, et distribuer la pente ainsi que le fluide avec une rigoureuse économie.

Alors un canal de dérivation, c'est-à-dire un canal destiné à puiser l'eau dans la rivière, se subdivise en plusieurs rigoles principales, qui serpentent sur les parties les plus élevées de la prairie, et qu'on doit tracer avec le plus grand soin, en évitant surtout de leur donner plus de pente qu'il n'est nécessaire pour que l'eau s'y meuve avec une vitesse suffisante. Comme ces rigoles principales, ainsi que les rigoles secondaires dont nous allons parler, ont souvent une fort grande longueur, on conçoit que si on les inclinait plus qu'il ne le faut absolument, on ne parviendrait pas à l'extrémité de la prairie sans avoir consommé toute la pente dont on peut disposer.

De ces rigoles principales part une quantité suffisante de rigoles secondaires, qui distribuent l'eau sur tous les points. Ces dernières, plus petites que les premières, doivent, comme

elles, suivre les contours du terrain, s'abaisser par une pente aussi ménagée que possible, et dominer tous les endroits déprimés.

A mesure que l'eau s'introduit dans le canal de dérivation, on la fait entrer, en levant de petites vannes, dans les rigoles principales, et de celles-ci elle est admise dans les rigoles secondaires. Là, on présente à son cours un léger obstacle, une ardoise, une motte de gazon, par exemple. Elle ne tarde pas à déborder et à s'étendre en nappe sur une portion de terrain ordinairement assez grande, parce que les prairies sont presque toujours à peu près de niveau, ou plutôt présentent une pente insensible et assez régulière. On se transporte ensuite sur d'autres points, et on y occasionne de nouveaux débordements partiels, jusqu'à ce qu'on ait baigné toute la surface qu'on se proposait d'arroser. L'eau qui n'est pas absorbée par la terre s'écoule dans les rigoles inférieures, et on doit toujours avoir soin de l'empêcher de se répandre dans les parties trop basses pour qu'on puisse l'en retirer. On évite donc de l'y conduire, et même, s'il le faut, on la contient par une petite digue en terre.

Lorsque l'étendue du terrain ou sa forme l'exigent, les rigoles secondaires de la partie supérieure versent leur surabondance dans un fossé semblable aux rigoles principales. Ce fossé sert à la fois de canal de desséchement pour la partie supérieure, et de rigole principale pour la partie inférieure. Cette alternative peut même se répéter plusieurs fois, jusqu'à ce qu'enfin le dernier fossé transporte à la rivière les eaux inutiles.

La plupart des auteurs qui ont écrit sur les irrigations, ont indiqué d'une manière trop absolue, ce me semble, des systèmes de canaux et de rigoles. La configuration, souvent très variée, de la surface de la prairie, doit seule guider le cultivateur dans le choix de ses dispositions. Au lieu donc de se renfermer dans un cadre tracé d'avance, il vaut mieux chercher les moyens les plus faciles de remplir les conditions que nous avons exprimées, c'est-à-dire d'introduire toujours l'eau par les points les plus élevés; d'économiser la pente autant que possible; enfin, de délivrer facilement le terrain du fluide surabondant aussitôt qu'il est suffisamment humecté.

L'exécution d'un tel système d'irrigation demande beaucoup plus de soin qu'on n'y en apporte ordinairement, et surtout exige des nivellements d'une grande précision quand les terres sont presque parallèles à l'horizon. Aussi voit-on rarement employer avec perfection cette méthode, dont l'application semble restreinte aux pays montueux, où les pentes très grandes n'ont pas besoin d'être ménagées, et où, par conséquent, on peut se servir d'instruments et de procédés peu exacts. Dans les plaines, lorsque des propriétaires veulent imiter cette manière d'opérer, et se contentent, par une économie mal entendue, de s'adresser à des ouvriers terrassiers munis de niveaux à perpendicule, les pentes réglées comme s'il s'agissait du pavage d'une rue sont consommées avant le parcours d'une centaine de mètres, et on se hâte de conclure que l'irrigation est impossible, lorsqu'il ne faudrait que la bien faire pour tripler la valeur et le produit de sa propriété.

3° On indique aussi quelquefois comme moyen d'irrigation l'élévation de l'eau jusqu'au niveau, ou presque jusqu'au niveau, du sol, et son maintien à cette hauteur pendant que la prairie s'humecte par imbibition. Mais on sait combien sont longues, en général, les filtrations dans les terres autres que les sables; nous ne pensons donc pas que cette méthode, que nous n'avons jamais vu pratiquer, et qui exige un nombre infini de rigoles et une grande perte de terrain, soit d'un emploi fréquent et avantageux.

§ II. — Lorsqu'on ne peut obtenir l'eau qu'en la faisant remonter après sa chute, le volume en est peu abondant et il devient d'autant plus nécessaire de la distribuer avec une sage économie, que le moteur occasionne des frais plus ou moins grands. Comme nous avons vu souvent de semblables essais faits par des personnes qui ne se rendaient pas bien compte de la force qu'il faut développer pour ce travail, nous allons entrer dans quelques développements à cet égard.

Nous ferons remarquer d'abord que la quantité d'eau consommée pour l'irrigation d'un hectare de pré est considérable. Il est impossible d'en assigner exactement le chiffre, qui dépend de la perméabilité ou de l'aridité du sol, et de plusieurs autres circonstances parmi lesquelles nous signalerons les crevasses du

terrain, crevasses nombreuses et profondes, ainsi que les taupinières, si l'on a commis la faute de laisser la prairie se dessécher avant de faire l'irrigation.

En formant, entre plusieurs observations, une moyenne qui sera trop faible dans beaucoup de cas, on peut admettre 500 mètres cubes d'eau par hectare.

Quelque forte que paraisse cette quantité, elle est encore inférieure à plusieurs évaluations, et d'ailleurs elle répond seulement à une lame de 5 centimètres de hauteur (1); enfin, pour que 500 mètres cubes suffisent, il faut encore une irrigation bien conduite par rigoles et déversement en nappes. S'il s'agissait d'une irrigation par submersion, telles que celles dont nous avons parlé d'abord, les inégalités et les pentes du terrain exigeraient une nappe beaucoup plus épaisse, rarement moindre que 30 centimètres en moyenne, et consommeraient, par conséquent, environ 3000 mètres cubes par hectare.

On n'emploiera jamais, sans doute, un mode si dispendieux lorsqu'on sera obligé d'élever l'eau; nous supposerons donc qu'on opère convenablement, et qu'on ait besoin de 500 mètres cubes par hectares.

Le travail nécessaire pour élever ces 500 mètres cubes, ou 500,000 litres, variera *proportionnellement* à la hauteur de la prairie. Pour asseoir nos calculs, nous supposerons que cette hauteur soit de 1 mètre, et qu'il faille, par conséquent, 500,000 kilogrammètres de travail utile pour l'irrigation de 1 hectare de pré situé à cette hauteur.

Une telle quantité de travail serait d'un prix élevé, si elle devait être fournie par les bras de l'homme; et je ne pense pas que, dans les lieux où la main-d'œuvre est la moins chère, on puisse y trouver quelque avantage, à moins que les prés ne soient très voisins de l'eau; mais alors ils ont moins besoin de l'irrigation. Cependant j'en ai vu un dont la surface n'est qu'à 25 centimètres tout au plus au-dessus de l'eau, maintenue à

(1) Une pluie, même abondante, est sans doute très loin de fournir autant; mais la pluie, surtout si elle est douce, est absorbée à mesure qu'elle atteint le sol, tandis que le déversement des nappes d'eau s'opère trop vite pour que l'eau pénètre profondément, aussi s'en écoule-t-il inutilement une fort grande quantité.

un niveau constant par le déversoir d'un moulin, et dont le propriétaire m'a assuré qu'il avait trouvé du bénéfice à l'arroser, dans les années sèches, au moyen d'un chapelet incliné mu par deux manœuvres. Je dois ajouter que le chapelet et le moyen de distribution de l'eau étaient extrêmement imparfaits.

Quoi qu'il en soit, l'irrigation à bras d'homme me semble, dans toutes les circonstances ordinaires, devoir être réservée à l'horticulture; mais il n'en est pas de même de l'élévation de l'eau par la force des chevaux.

Nous ne nous arrêterons pas à discuter les avantages respectifs des machines employées à cet usage : ce serait étendre cet article d'autant plus inutilement que les principales de ces machines sont décrites dans cet ouvrage. Nous ferons observer seulement qu'on peut moyennement évaluer à 30 kilogrammètres par seconde, l'effet utile d'un cheval de médiocre valeur, agissant sur une des bonnes machines que possède l'hydraulique, et qu'il est même souvent possible de dépasser cette quantité.

On obtiendrait donc d'un cheval travaillant huit heures par jour, en deux reprises, l'élévation à 1 mètre de 864,000 litres d'eau, c'est-à-dire la quantité nécessaire pour l'irrigation de $1^{h},72$ de pré, et comme il est peu de fermes où l'on ait moins de quatre chevaux, on pourrait arroser en un jour $6^{h},88$, et même une étendue beaucoup plus grande, si les prés n'étaient situés qu'à 40, 50 ou 60 centimètres au-dessus du niveau de l'eau. Il suffirait souvent de répéter trois ou quatre fois l'arrosement, à douze ou quinze jours de distance, pour sauver les fourrages d'une ferme. On conçoit dès lors difficilement que des propriétaires qui n'épargnent aucune dépense pour l'amélioration de leurs domaines ne s'assurent pas, par un moyen si simple, une récolte sur laquelle roule tout le profit de leur exploitation.

Si, comme nous venons de le voir, le cheval, dont le travail est toujours fort cher, n'en est pas moins un moteur avantageux, à plus forte raison trouvera-t-on des bénéfices dans l'emploi de la puissance des moulins, et même de celle des faibles chutes, qu'on néglige souvent d'utiliser à cause de leur peu d'importance. Il n'est guère de moulin dont la force utile ne dépasse celle de deux chevaux-vapeur, c'est-à-dire 150 kilo-

grammètres, ou, en vingt-quatre heures, 12,960,000 kilogrammètres, et qui ne puisse arroser par jour de 25 à 26 hectares de pré. Quelques courts chômages dans l'été suffiraient donc pour doubler ou tripler une récolte, dont la plus value dépasserait, dans bien des localités, le prix du travail du moulin pendant le reste de l'année.

Depuis quelque temps, les grands succès obtenus par l'art des fontainiers-sondeurs ont justement attiré l'attention des agriculteurs. Il n'est donc pas inutile de rechercher quelles peuvent être les ressources offertes à l'irrigation par un puits artésien. Un de ces puits, donnant 1,000 litres d'eau par minute (il en est qui donnent 2,000 et 3,000 litres au niveau du sol), pourrait, en vingt-quatre heures, fournir à l'arrosement de 2^{h},88. En agissant successivement sur chacune des parties du pré, et en ne revenant que tous les douze jours sur la même, on fertiliserait plus de 34 hectares. Un puits qui donnerait 3,000 litres suffirait à 102 hectares. (Voy. Puits artésiens.)

Les principaux ouvrages que l'on peut consulter sur cette matière sont les suivants :

Annales de l'agriculture française.

Traité d'architecture rurale, par de Perthuis.

Calendrier du bon cultivateur, par Mathieu de Dombasle.

Traité général de l'irrigation, par William Batham.

Mémoires sur les cours d'eau et les canaux d'arrosage des Pyrénées Orientales, par Jaubert de Passa.

Nouvel essai sur les irrigations des prairies, par Livrier.

Des prairies et de leur irrigation, par d'Ourches.

De l'eau relativement à l'économie rustique, par J. Bertrand.

J.-B. Viollet.

IRRIGATIONS. (*Agric.*) Par ce mot, on entend particulièrement un arrosement à grande eau, opéré à la fois, par des moyens appropriés, sur une certaine étendue de terrain. L'art des irrigations se divise, comme tous les autres arts, en deux parties principales : la théorie et la pratique. La théorie comprend la connaissance des propriétés et destinations des eaux, des moyens d'en corriger les mauvaises qualités, des différentes sortes d'irrigations, des constructions et des travaux d'arts, et de l'application de leur mécanisme aux différents modes d'irri-

gation. En pratique, on en distingue de deux sortes : l'irrigation par *inondation*, ou *submersion*, et l'irrigation par *infiltration*, à quoi l'on doit ajouter celle qu'on obtient au moyen des eaux que l'on fait *refluer* à la surface du sol. Pour les opérer, on se sert de machines pour élever les eaux, de réservoirs pour les contenir, de canaux pour les conduire, de constructions pour les refouler. On a commencé, dans la Camargue, à tirer parti des machines à vapeur pour élever de grandes masses d'eau, susceptibles ensuite d'être facilement portées sur des points éloignés, et répandues sur une grande surface.

Les *irrigations par inondation* se pratiquent avec des eaux limpides ou avec des eaux troubles. Elles tiennent suffisamment humides, engraissent et fécondent d'une manière et à un degré différents les prairies naturelles et artificielles et les terres en culture. Leur succès dépend surtout de la promptitude et de la précision avec lesquelles on peut, à propos, ôter l'eau et faire égoutter le sol ; il ne faut pas attendre pour cela que l'eau commence à se putréfier. Le séjour de l'eau est donc nécessairement subordonné à la qualité et à l'état des eaux : ce qui empêche d'indiquer, comme précepte, le nombre de jours que l'inondation doit durer.

Les *irrigations par infiltration* favorisent singulièrement, pendant les sécheresses de l'été, la végétation des plantes cultivées dans des terrains légers et brûlants. On conçoit qu'elles exigent un grand volume d'eau pour suffire à la fois à l'imbibition et à l'évaporation. On a fixé à 17 centimètres au-dessous du niveau du sol la hauteur à laquelle il faut maintenir les eaux dans les canaux qui encadrent la prairie.

L'irrigation qu'on obtient en faisant refluer les eaux à la surface du sol, ou pour mieux dire dans des tranchées qui l'entre-coupent, convient surtout aux terrains marécageux et spongieux, après qu'ils ont été desséchés. On ouvre les canaux d'écoulement lorsque les terrains latéraux ont été suffisamment imbibés et les plantes rafraîchies. En certains cas, l'ouvrier se place au milieu du fossé, et jette avec sa pelle, à droite et à gauche, l'eau qu'on y fait refluer, à mesure qu'elle s'avance vers lui, sur les terrains voisins, qui sont ainsi uniformément et convenablement arrosés.

Les irrigations artificielles exigent des travaux subordonnés aux circonstances, et au moyen desquels on puisse toujours recevoir, distribuer et répandre à volonté et en temps opportun, les eaux désirables, les faire écouler complétement aussitôt que cela est jugé nécessaire, et ne jamais recevoir de dommage du cours d'eau, même dans les inondations les plus fortes. L'art des irrigations consiste donc essentiellement dans celui de maîtriser les eaux. On y parvient, suivant les cas, 1° par les travaux relatifs à la prise d'eau, auxquels on ne peut donner trop de soins et trop de solidité, puisque l'irrigation proprement dite en dépend; 2° par un mode principal de dérivation des maîtresses rigoles et des rigoles secondaires, dont l'effet est assuré et régularisé par un nombre suffisant de barrages, vannes ou écluses avec empellement; 3° par des fossés ou rigoles de desséchement, vannes et fossés de décharge, digues, etc. Tous ces travaux sont nécessairement relatifs à la nature des difficultés qu'il faut vaincre, et à l'effet qu'on veut obtenir. Appliqués à la prise d'eau, ils doivent élever constamment les eaux supérieures à un niveau suffisant, mais sans exposer les terrains environnants à être submergés ou dégradés. Le tracé du canal de dérivation est naturellement jalonné sur la position des points les plus élevés des terrains qu'on veut inonder, sauf la régularisation de la pente nécessaire à la distribution et à l'écoulement des eaux, pente qui ne doit être ni trop forte ni trop faible, et calculée à la fois sur le volume des eaux et sur la consistance des terres. Les vannes d'irrigation ne sont que des barrages temporaires établis sur le canal de dérivation lui-même pour élever le niveau de ses eaux et les forcer de se répandre sur les points qu'on veut arroser. La dimension d'une vanne d'irrigation est toujours subordonnée à celle du canal de dérivation auquel on l'applique. Les rigoles principales d'irrigation sont destinées à conduire les eaux du canal de dérivation, arrêtées et exhaussées par chaque vanne, sur les points les plus élevés du terrain qui lui correspond. Elles ne sont pas toujours nécessaires. Quelle que soit la forme qu'on leur donne, on doit en diminuer la largeur à mesure qu'elles s'éloignent de la prise d'eau, afin que les eaux, en diminuant progressivement de volume, puissent y conserver la même vitesse. Les rigoles

secondaires sont embranchées sur les principales, dont elles forment les ramifications, et font avec elles des angles plus ou moins ouverts, suivant la pente particulière du terrain. On les multiplie suivant le besoin; elles ne doivent pas être trop longues, afin que l'eau parvienne à leur extrémité. Leur vitesse doit être modérée, afin de donner aux eaux le temps de bien imbiber le terrain, et d'y déposer leur limon ou les engrais dont elles peuvent être chargées. On comprend que les canaux ou rigoles d'écoulement doivent être proportionnés à ceux d'arrosement, autrement une eau surabondante, séjournant sur les terrains arrosés, les convertirait en marécages. Des vannes de décharge, garnies d'empellements, dont on lève les pelles pendant les grandes inondations ou lorsqu'on veut mettre le canal à sec, préviennent le fâcheux effet des grandes inondations, soit sur les travaux d'irrigation, que celles-ci pourraient détériorer ou détruire, soit sur les produits de la végétation, si elles avaient lieu pendant son cours.

C'est surtout pour l'amélioration des prairies que l'irrigation est un moyen efficace. Pratiquée par infiltration, elle peut être utile dans tous les temps, excepté par les temps de neige, et à l'approche de la fauchaison; mais, en nappe, il faut ne l'employer que dans les saisons où les plantes ne végètent pas, et pouvoir retirer l'eau à volonté. Les irrigations par infiltration, pratiquées en automne, fertilisent le sol, fortifient le collet et les racines des plantes; il en est de même de celles qui sont faites en hiver et par une température douce, ou au commencement du printemps, et en été après chaque coupe d'herbes. Les prés bien arrosés peuvent plus que d'autres se passer d'engrais et d'amendement; ils sont aussi plus sûrement préservés des ravages des insectes et des petits animaux. Il ne peut guère y avoir de temps mieux employé que celui qui est donné aux travaux d'irrigation, car un pré bien arrosé rendra habituellement le double ou le triple de fourrages qu'il n'en aurait produit sans cela.

Il faut porter une attention convenable à la qualité des eaux qu'on veut employer pour les irrigations. Les eaux des rivières et des grands ruisseaux sont bonnes pour arroser les prés, surtout dans les temps de crue, quand elles charrient des matières

fertilisantes. Les eaux de neige, les eaux de source, qui sont chargées de matières acides, ferrugineuses, crues ou trop froides, doivent au contraire être rejetées. Les eaux pluviales, celles des lacs, des étangs, des mares, celles qui parcourent les routes, les chemins et les villages, par les temps de pluie, doivent être soigneusement recueillies et utilisées; les dernières surtout entraînent avec elles la plus grande portion des égouts des fumiers, et beaucoup d'autres engrais, tels que les immondices, les urines, les eaux grasses de lessive, de cuisine, etc. Les cours d'eau qui reçoivent ces égouts, chargés plus ou moins de principes nutritifs et chauds, ont la propriété de faire pousser une grande quantité d'herbes. Il est aussi des eaux calcaires qui, appliquées à l'irrigation des prairies, favorisent considérablement la végétation. On en voit beaucoup de ce genre en Suisse. SOULANGE BODIN.

IVOIRE. Substance blanche, dure, de la même nature que les os, et qui constitue ces énormes dents connues dans le commerce sous le nom de défenses d'éléphant. L'ivoire possède des qualités qui le rendent précieux pour les arts. Plus dur et d'un grain plus serré que l'os, dont on le distingue facilement par les aréoles rhomboïdales ou le tissu de losanges que présente sa coupe transversale, il est susceptible de recevoir le plus beau poli, et se rapproche par la facilité et la netteté de sa coupe des métaux les plus ductiles; aussi les arts mécaniques, et particulièrement celui du tourneur, façonnent avec cette substance des pièces dont la délicatesse surpasse tout ce que l'on peut imaginer. On fait à Dieppe un commerce très étendu d'objets en ivoire travaillés avec beaucoup de soin et d'habileté; des statuettes, des bas-reliefs d'un grand fini, des boîtes, des vaisseaux, et autres objets de fantaisie.

On fait une distinction entre l'ivoire qui provient des éléphants d'Afrique et celui des éléphants indiens : le premier est préférable, il est plus dur, d'un grain plus serré, et les défenses sont plus grosses. Il n'est pas rare d'en trouver de six à sept pieds de longueur et de six à huit pouces de diamètre à la base. Les dents d'hippopotame fournissent une sorte particulière d'ivoire qui surpasse en finesse et en dureté celui qui provient des éléphants. Mais comme ces dents sont fort creuses, on ne

peut en faire que de petits ouvrages; elles sont particulièrement employées par les dentistes pour les râteliers ou pièces artificielles. Les défenses du morse et celles du narwal fournissent aussi une espèce d'ivoire.

On emploie l'ivoire en feuilles minces pour la peinture à l'aquarelle et pour la marqueterie; mais jusqu'à nos jours ce dernier usage a été restreint aux objets de petite dimension. Tout récemment, au moyen d'une scie cylindrique, on est parvenu à obtenir des manchons d'ivoire qui, étant fendus sur leur longueur et étendus comme cela se pratique pour le verre à vitre, présentaient des feuilles de douze à quinze pouces de largeur, de sorte qu'on les emploie au placage des meubles de grande dimension, tels que les caisses de pianos, etc.

La blancheur de l'ivoire nouvellement travaillé est bientôt ternie, surtout lorsqu'il reste exposé au contact de l'air et à la poussière; il se recouvre alors d'une couleur jaunâtre ou brune, qui ternit son éclat. Plusieurs moyens ont été proposés pour lui rendre sa couleur primitive: tels sont l'ébullition dans une eau chargée d'alun ou de chaux vive, l'exposition à la rosée du printemps. Mais ces procédés, qui altèrent plus ou moins la nature de l'ivoire, sont impraticables lorsqu'il s'agit d'opérer sur des ouvrages délicats. M. Spengler, de Copenhague, a remarqué qu'il suffisait de renfermer l'ivoire sous une cloche ou une cage de verre hermétiquement close, pour l'empêcher de jaunir. Les objets ainsi conservés, lorsqu'ils sont exposés aux rayons du soleil, acquièrent même une blancheur plus grande que celle qu'ils avaient primitivement. Il a été conduit par cette observation à un procédé fort simple pour blanchir l'ivoire jauni. Il assure qu'il suffit de le brosser avec de la pierre ponce calcinée et délayée, puis de renfermer les pièces encore humides sous une cloche en verre, que l'on expose journellement aux aux rayons du soleil. On peut hâter le blanchiment en brossant de temps en temps l'ivoire comme nous l'avons dit ci-dessus.

On peut teindre l'ivoire de différentes couleurs; mais pour que la teinture se fixe solidement, il faut laisser tremper les ouvrages que l'on veut colorer six ou huit heures dans une dissolution d'alun ou d'acide acétique (vinaigre). En les plongeant

alors dans une décoction de bois de Brésil, on obtiendra une très belle couleur rouge; le safran ou l'épine-vinette mêlés d'alun donneront la couleur jaune; le vert-de-gris, dissous dans du vinaigre, avec addition d'un tiers de sel ammoniac, procurera la couleur verte, que l'on pourra changer en un beau bleu en plongeant, à plusieurs reprises, les pièces alternativement dans la teinture et dans une lessive chaude de potasse. Le noir s'obtient au moyen d'un bain dans une décoction chaude de bois d'Inde, puis ensuite une dissolution d'acétate de fer, ou simplement du vinaigre qui a séjourné sur de la rouille.

Les ouvrages anciens sur l'art du tablettier contiennent une foule de recettes au moyen desquelles on prétendait ramollir l'ivoire de manière à pouvoir le façonner et le mouler, puis ensuite lui rendre sa dureté primitive. On ne saurait trop se défier de ces prétendus secrets, reproduits successivement par les différents auteurs qui ont traité de l'emploi de cette matière, et qu'on retrouve encore dans l'*Art du tourneur*, de Bergeron, sans qu'aucun d'eux ait pris la peine de les vérifier par l'expérience. Il n'est cependant pas douteux que les moyens chimiques ne puissent parvenir à ramollir cette substance, puis à la durcir ensuite; mais alors sa nature est tout-à-fait changée, ainsi que le prouve l'expérience de M. d'Arcet, que nous allons rapporter.

M. d'Arcet, en traitant l'ivoire par l'acide hydrochlorique affaibli, en obtint la gélatine brute. Il soumit cette gélatine au tannage, comme il se pratique pour les peaux, en employant une dissolution de tan, de préférence à du tan en poudre, et ayant soin d'opérer sur la gélatine avant qu'elle n'ait été fondue en tablettes. Elle devint alors parfaitement infusible et inaltérable par l'air et par l'eau, et en la veinant au moyen d'une dissolution d'or et d'argent, il obtint un produit tout-à-fait semblable à l'écaille rouge, si chère aujourd'hui, et si recherchée pour les beaux ouvrages de tabletterie.

La gélatine ainsi préparée peut se travailler et se souder comme l'écaille. Au moyen de quelques précautions, on peut réduire en gélatine des objets d'ivoire préalablement façonnés sans qu'ils se déforment, puis les tanner et leur donner l'apparence de l'écaille, de manière à défier la sagacité des tablettiers eux-mêmes.

Les débris d'ivoire, brûlés en vases clos, fournissent cette belle couleur noire connue sous le nom de noir d'ivoire.

CL. ÉVRARD.

J.

JACHÈRES. (*Agric.*) On donne le nom de jachères aux terres qu'on laisse en repos ou sans les ensemencer, quoiqu'on les laboure. Suivant les localités et les usages introduits dans la culture, les jachères ont lieu tous les deux, trois, quatre, cinq ou six ans, selon que les assolements durent ce nombre d'années: dans d'autres pays, les jachères, au lieu de durer une année seulement, se continuent deux ans et même plus long-temps, c'est-à-dire que les champs restent plusieurs années sans être ensemencés. Les terres, après avoir rapporté quelques fruits, sont alors laissées en friche ou abandonnées à leurs ressources naturelles; dans cet état on peut encore en tirer parti pour des parcours, ou bien, avec quelques soins, quand le sol et le site le permettent, les convertir en prairies. Enfin, dans certains endroits, il n'existe d'autres jachères que celles du labour, parce que les champs donnent toutes les années une ou deux récoltes.

On donne le nom de jachères mortes à celles qui ne produisent rien. C'est pendant ce temps de non-rapport que l'on a l'habitude de labourer les terres plusieurs fois pour les nettoyer de toutes plantes étrangères, les ameublir ou les diviser et les tenir ainsi ouvertes aux influences de l'atmosphère, en attendant les semailles d'automne. Ces labours sont utiles, mais ils ne peuvent pas compenser les bénéfices que l'on obtiendrait si les champs en jachères étaient convenablement ensemencés.

A ces jachères improductives, l'art des assolements substitue la culture des racines, du maïs, des plantes légumineuses, des prairies artificielles, etc.; et, dans les lieux où les bonnes cultures alternes sont plus développées que dans d'autres, les jachères n'existent plus, c'est-à-dire que tous les champs qui autrefois ne produisaient rien la troisième année de l'assolement

donnent aujourd'hui des récoltes très productives, et souvent d'une valeur plus grande que celle de la sole qui a été ensemencée au printemps. Ces exemples méritent d'être suivis et propagés; car il est bien démontré que les céréales de toute nature viennent tout aussi bien après les récoltes alternes faites sur jachères, qu'après les jachères improductives elles-mêmes.

Sous le rapport des labours dont les terres peuvent avoir besoin tous les deux ou trois ans, les jachères mortes régulières sont inutiles, et doivent être abandonnées totalement, parce qu'il existe assez de temps entre la moisson des froments et les semailles du printemps de l'année suivante pour pratiquer ces opérations de labours, lorsque le sol les réclame. D'ailleurs la plupart des cultures sarclées auxquelles on se livre sur les jachères sont des labours tout aussi efficaces pour l'amélioration des terres, que peuvent l'être les coups de charrue donnés quand le champ est en jachères.

Les jachères temporaires, c'est-à-dire les champs qu'on laisse momentanément en repos, dans l'intention de les préparer à de nouvelles récoltes, peuvent être utiles dans quelques circonstances, mais il vaut encore mieux profiter du repos naturel de la terre pendant la fin de l'été, l'automne et l'hiver, pour faire les travaux nécessaires aux terrains que l'on voudra améliorer, que si l'on perdait une année de récolte, comme cela a toujours lieu lorsque l'on ne sème rien sur les jachères.

En effet, dans l'assolement triennal, on peut, suivant les localités, tirer un excellent parti des terres des jachères : 1° par la culture des racines, telles que pommes de terre, betteraves, carottes, navets, raves, choux-raves et panais; 2° par la culture des plantes légumineuses et potagères : telles que les fèves, pois, haricots, courges, choux, lentilles, vesces, etc.; 3° par la culture du maïs et du millet; 4° par la culture des prairies artificielles de courte durée, comme celle du trèfle; 5° en y semant des plantes propres à être converties en engrais végétal, telles que le sarrasin et le lupin; 6° en établissant sur quelques champs des parcours artificiels ou temporaires. On pourrait enfin faire valoir sur les jachères le lin, le chanvre, les navettes, le colza et les pavots, si l'on possédait assez d'engrais pour fertiliser

convenablement les champs que l'on aurait destinés à recevoir ce genre de culture.

Avec de pareilles ressources, les cultivateurs ne doivent jamais laisser un seul champ en repos ou en jachères toute une année; et ce serait à tort qu'ils craindraient l'épuisement du sol, puisque la culture de la plus grande partie des plantes ci-dessus indiquées améliore le terrain plutôt qu'elle ne l'épuise. Ils ne doivent pas non plus redouter une augmentation de travaux, car, en adoptant la méthode de semer en ligne ou rayon toutes les plantes qui doivent être sarclées, il leur sera facile de pratiquer promptement les sarclages, en employant, par exemple, la houe à cheval ou tout autre instrument aratoire équivalent.

En remplissant ainsi le sol des jachères de quelque culture productive et améliorante, on doit avoir soin de ne pas ramener, au bout de la même période, la même plante sur le même terrain. Cette autre espèce d'alternat est nécessaire pour conserver la fertilité du sol, tout en continuant d'en obtenir de bonnes récoltes. Du reste, il va sans dire que chaque plante semée sur les jachères doit y rencontrer, comme dans toutes les autres circonstances, sa nature de terre, son genre de culture, les engrais et les amendements qui lui sont nécessaires ou qui peuvent favoriser son développement.

La suppression graduée de la vaine pâture, une augmentation considérable de fourrages verts, susceptibles d'être consommés à l'étable, soit en été, soit en hiver, la possibilité d'un accroissement proportionnel de toute espèce de bétail, et par suite la production, pour ainsi dire indéfinie, d'une masse d'engrais destinés à entretenir la continuelle fécondité de la terre, sont les principaux avantages attachés à la suppression des jachères, avantages incontestables, et qui introduisent promptement dans toutes les parties de la ferme une aisance auparavant inconnue.

SOULANGE BODIN.

JACQUART (MÉTIER OU MACHINE A LA). (*Technologie.*) On donne ce nom à un mécanisme imaginé par feu Jacquart, de Lyon, pour accélérer la fabrication des tissus ouvrés.

Cette admirable invention, qui éternisera le nom de son au-

teur, bien qu'elle soit d'une extrême simplicité dans son principe, exigerait, pour être complètement décrite, beaucoup plus d'espace qu'il ne nous en est accordé, ainsi que de nombreuses figures pour en représenter distinctement toutes les partics. Ajoutons que ces détails, qui n'apprendraient rien aux personnes du métier, n'offriraient que très peu d'intérêt à celles qui sont étrangères à la profession. Nous nous croyons donc suffisamment justifiés de ne consigner ici que le principe de l'appareil, que nous essaierons de rendre intelligible pour tous. Nous terminerons en signalant aux personnes intéressées les principales modifications qui sont parvenues à notre connaissance.

Bien que nous supposions que tous nos lecteurs connaissent les procédés de fabrication des tissus unis, nous croyons devoir leur en rappeler ici le principe, comme point de départ des explications que nous avons à leur donner.

Un certain nombre de fils parallèles, tendus également entre deux rouleaux ou *ensouples*, composent ce qu'on appelle la *chaîne*. Chacun de ces fils passe isolément dans un *peigne* ou *ros* formé d'un nombre égal de petites lames minces et bien régulières qui le séparent des deux fils voisins. Ce *peigne* ou *ros* est fixé dans une *chasse* ou *battant* qui reçoit, autour d'un axe, un mouvement oscillatoire, déterminé par la main du tisseur ou par un moteur mécanique, de sorte que le peigne parcourt un arc de cercle d'un rayon assez grand. Chaque fil de la chaîne passe en outre en arrière du peigne, dans un anneau, soit en fil, soit en verre, suspendu de manière que si, par un moyen mécanique quelconque, on fait monter ou descendre l'anneau, le fil qui le traverse s'élève ou s'abaisse avec lui, son élasticité lui permettant de céder à la traction. Dans le tissage ordinaire, ces anneaux sont en fil et disposés entre deux tringles de bois. Deux séries de ces anneaux sont nécessaires pour un tissu uni; dans les anneaux de l'une passent tous les fils pairs de la chaîne, l'autre reçoit les fils impairs. Dans quelques contrées, ces séries d'anneaux prennent le nom de *lisses*; dans d'autres, on les appelle des *lames*, et l'anneau, ou la disposition de fils qui en tient lieu, s'appelle une *lisse*.

Or, les choses sont disposées de manière qu'en appuyant sur une pédale, une des lisses ou série d'anneaux s'élève, tandis que

l'autre s'abaisse. Il en résulte que les fils de la chaîne se séparent; qu'une moitié, celle des fils pairs, par exemple, s'élève; que l'autre moitié, celle des fils impairs, s'abaisse, et que les fils pairs et impairs forment entre eux un angle plus ou moins grand, selon que le mouvement des lisses a été plus ou moins considérable.

Lorsque les fils pairs et impairs de la chaîne sont ainsi séparés, on *lance* dans l'angle qu'ils forment entre eux, et en avant du peigne, un fil dont la direction est perpendiculaire aux fils de la chaîne. Nous n'entrerons dans aucun détail sur les procédés employés pour lancer ce fil, tous nos lecteurs savent sans doute ce que c'est qu'une *navette*, et comment le fil de la trame, enroulé dans l'intérieur de la navette, se désenroule pendant la course de celle-ci entre les fils de la chaîne, pour y laisser une longueur de fil égale à la largeur du tissu. Nous dirons seulement que ce fil, considéré par rapport au fil de la chaîne, prend le nom de *trame*, et qu'une longueur de ce fil, égale à la largeur du tissu, s'appelle une *duite*; qu'enfin la navette peut être lancée à la main ou par un moyen mécanique.

Lorsqu'une duite est jetée, on amène en avant le peigne, qui régularise sa position et la serre plus ou moins contre les duites précédentes, de sorte que le tissu est d'autant plus serré que le peigne agit avec plus de force contre la trame. On conçoit que la régularité du tissu exige que l'effort du peigne soit toujours le même; c'est ce qu'on obtient facilement dans les métiers mus par des moyens mécaniques, et ce qui constitue le mérite principal du tisseur dans les métiers à la main. Lorsque la duite a été serrée par le peigne, le tisseur appuie le pied sur une autre pédale qui renverse la disposition précédente des fils de la chaîne, c'est-à-dire que les fils impairs sont élevés par leur lisse, tandis que les fils pairs sont abaissés par la leur, mais de manière à former entre eux le même angle qu'auparavant. La duite précédemment jetée se trouve ainsi enveloppée par les fils de la chaîne qui se sont croisés sur elle. On jette alors une nouvelle duite que le peigne serre contre la précédente, et qui se trouve à son tour enveloppée par les fils de la chaîne, qu'on fait revenir, par l'action de la précédente pédale, dans la position où ils étaient lorsqu'on a lancé la duite précédente, c'est-

à-dire les fils pairs élevés, et les fils impairs abaissés. Continuant la même série d'opérations, le tisseur produit l'espèce la plus simple des tissus connus, et qui, comme on le voit, se compose de fils longitudinaux parallèles, s'entrecroisant alternativement autour de fils transversaux également parallèles, de manière que les fils qui recouvrent le dessus d'une duite recouvrent le dessous de la duite suivante et réciproquement. C'est ainsi qu'est formée la toile ordinaire, le *calicot* et un grand nombre d'autres tissus, qui ne diffèrent entre eux que par la matière qui forme le fil de la chaîne et celui de la trame.

Mais si au lieu de deux lisses on en emploie un plus grand nombre, quatre par exemple, et si les anneaux consécutifs de la même lisse ne reçoivent les fils de la chaîne que de quatre en quatre au lieu de deux en deux, comme dans l'exemple précédent; si enfin les choses sont disposées de manière que lorsqu'une lisse s'est élevée en en abaissant une autre, les fils de la chaîne, qui ont pris la position déterminée par ce mouvement, restent dans cette position pendant le passage de deux duites; si, après le passage de la première duite, on fait mouvoir les deux autres lisses, le croisement des fils de la chaîne ne s'opèrera que pour ceux de ces fils qui passent dans les anneaux de ces lisses, qui, à leur tour, resteront stationnaires pendant le passage des deux duites suivantes. Après le passage de la seconde duite, les deux premières lisses, changeant de position, détermineront le croisement, sur cette seconde duite, des fils qu'elles avaient séparés avant le passage de la précédente, puis, à leur tour, les deux autres lisses feront croiser sur la troisième duite, les fils qu'elles avaient séparés avant le passage de la seconde, et ainsi de suite; de sorte que le tissu présentera une apparence très différente de celle du tissu simple précédemment décrit. En effet, chaque fil de la chaîne non seulement ne traverse d'une face à l'autre du tissu qu'après avoir passé sur deux duites consécutives, mais les deux duites recouvertes par le fil voisin ne sont pas les mêmes, ce qui produit dans le croisement des fils de la chaîne sur ceux de la trame une apparence chevronnée dont on se fera une idée en numérotant, par la pensée, 9 fils consécutifs de la chaîne et autant de fils consécutifs de la trame, et en se servant de ce numérotage pour

suivre l'entrecroisement de ces divers fils : on verra alors le fil n° 1 de la chaîne passant sur les fils n°s 1 et 2 de la trame, traversant le tissu entre les n°s 2 et 3, passant sous les n°s 3 et 4, retraversant le tissu entre les n°s 4 et 5, passant sur les n°s 5 et 6, traversant de nouveau entre les n°s 6 et 7 pour passer sous les n°s 7 et 8 et traverser enfin encore une fois le tissu entre les n°s 8 et 9 de la trame.

Le fil de la chaîne n° 2 traversera au contraire le tissu entre les n°s 1 et 2 de la trame, passera sur les n°s 2 et 3, traversera le tissu entre les n°s 3 et 4, passera sous les n°s 4 et 5, retraversera le tissu entre les n°s 5 et 6, passera sur les n°s 6 et 7, et traversera encore le tissu entre les n°s 7 et 8 pour passer sous les n°s 8 et 9. On verra enfin que les numéros impairs des fils de la chaîne se comporteront tous comme le n° 1, et les numéros pairs comme le n° 2, c'est-à-dire qu'ils traverseront respectivement le tissu entre les mêmes fils, et recouvriront, soit par-dessus, soit par-dessous les mêmes numéros de la trame. L'espèce de tissu ainsi produite prend le nom de *croisé*.

On concevra maintenant qu'en multipliant le nombre des lisses on pourra faire varier l'apparence du tissu ; chaque fil de la chaîne, avant de traverser d'une face à l'autre du tissu, pouvant passer sur un nombre plus ou moins grand de fils de trame. L'apparence du satin est ordinairement produite par le passage d'un fil de chaîne sur huit duites avant de traverser le tissu, avec cette condition, que le second fil recouvre les duites n°s 2 à 9 ; le troisième fil, les duites 3 à 10 ; le quatrième, les duites 4 à 11, et ainsi de suite.

On comprendra encore qu'on peut organiser le mouvement des lisses plus ou moins nombreuses, de manière que deux ou plusieurs fils consécutifs de la chaîne traversent le tissu entre les deux mêmes duites et passent tous aussi sur le même nombre de duites, avant de retraverser le tissu, et qu'il en résultera un dessin régulier, formant des côtes obliques allant d'une lisière à l'autre ; que ces côtes pourraient être plus ou moins chevronnées, et former des carreaux, des losanges, etc., etc.

Si l'on a bien compris ce qui précède, on comprendra aussi que, si par un moyen quelconque certains fils de la chaîne sont tantôt élevés ou abaissés pendant le passage d'un nombre de

duites plus ou moins grand que celui qui détermine le croisement régulier des autres fils de la chaîne, il en résultera pour les points du tissu où ces fils auront été placés dans des conditions différentes des autres fils, une apparence différente des autres parties du tissu. Si ces fils ont été abaissés, la trame sera beaucoup plus à découvert en ce point sur la surface supérieure du tissu, et plus recouverte sur la surface inférieure; ce sera le contraire si ces fils sont élevés. Enfin, la différence entre ces points et le reste du tissu sera encore plus sensible, si la trame est d'une autre matière ou d'une autre couleur que la chaîne.

Maintenant, si, par un moyen quelconque, on peut choisir tels ou tels fils de la chaîne pour les soustraire à l'entrecroisement régulier des autres fils, on comprendra que ce choix peut être fait de manière qu'il en résulte un dessin ou un ornement quelconque selon le goût de la personne qui fera le choix de ces fils.

C'est ce à quoi on peut parvenir en rendant indépendants les uns des autres les anneaux des lisses dans lesquels passent les fils de la chaîne, et en tirant en temps utile les cordes auxquelles les lisses sont attachées par groupes indépendants les uns des autres. Mais on conçoit qu'il serait impossible à l'ouvrier de savoir quels groupes de lisses il doit tirer à chaque instant pour les besoins du dessin qu'il exécute, si sa mémoire ou son intelligence devait seule les lui indiquer. On a eu recours, pour éviter cette difficulté, à l'emploi d'un autre ouvrier appelé *liseur*, parce qu'il lit le dessin sur une feuille de papier où il est tracé au moyen d'un nombre considérable de petits carreaux, formés par des lignes perpendiculaires entr'elles. Chacun de ces carreaux représente le point de croisement d'un fil de la chaîne et d'un fil de la trame, et leur coloration différente sur le dessin indique si, en ce point, le fil de la chaîne doit être levé ou abaissé. Des lignes plus grosses, disposées de dix en dix ou de cinq en cinq, permettent au liseur de reconnaître rapidement les cordes à tirer pour lever les fils de la chaîne indiqués par le dessin; et, à sa voix, un autre ouvrier nommé *tireur de lacs* tire les cordes convenables, et le tisseur lance la navette.

Enfin, on comprendra que si le tisseur a à sa disposition plusieurs navettes chargées de trames de diverses couleurs, il

lancera celle qu'indiquera le dessin colorié à cet effet si le liseur la lui indique, ou si, comme cela se pratique, un fil de cette couleur adapté aux groupes de lisses levées par le tireur de lacs lui apprend que cette couleur est demandée par le dessin. On voit que, par ce procédé, on peut obtenir non seulement des dessins très variés de forme, mais aussi variés de couleurs qu'on pourra le désirer.

La lenteur d'un pareil procédé n'a pas dû échapper à nos lecteurs, et ils comprendront de quelle importance a été la découverte de Jacquart, lorsque nous aurons dit qu'au moyen de son mécanisme, un seul ouvrier peut produire tous les effets décrits, presque sans s'en occuper, si ce n'est pour choisir la navette convenable quand le tissu doit être de plusieurs couleurs.

Nous allons maintenant essayer de donner une idée du principe sur lequel Jacquart a fondé son ingénieuse machine.

Supposons que chaque lisse, ou un groupe de lisses convenablement choisies, s'adapte au moyen d'une ficelle à une tige verticale en fil de fer, terminée en haut par un crochet, et que toutes les lisses, soit isolément, soit par groupe, soient adaptées par le même moyen à des tiges semblables, disposées sur plusieurs rangs, et qu'un poids ou *plomb*, suspendu au-dessous de chaque lisse, détermine son abaissement, quand les organes, destinés à l'élever, cessent d'agir sur elle.

Supposons en outre que chaque tige verticale traverse un œil, pratiqué dans une autre tige ou aiguille horizontale, en nombre égal à celui des tiges verticales; que ces aiguilles horizontales soient aussi disposées sur plusieurs rangs, et convenablement guidées à leurs deux extrémités par des trous disposés à cet effet dans deux pièces de l'appareil : l'une de ces pièces porte le nom d'*étui*, et chacun des trous qui y sont pratiqués renferme un petit ressort à boudin, buttant contre l'extrémité de l'aiguille.

Entre les rangs des aiguilles verticales et au-dessous de leurs crochets, sont disposées des lames métalliques retenues à leurs deux extrémités par un châssis qui, au moyen d'un levier mu par une pédale, peut s'élever verticalement, et retomber par son propre poids, quand on n'agit point sur la pédale. L'ensemble des lames et du châssis prend le nom de griffe, et est

convenablement guidé dans son mouvement vertical pour ne pas dévier dans un sens ou dans l'autre.

Les choses sont, en outre, disposées de manière que si, en cet état, on appuyait sur la pédale, les lames de la griffe en s'élevant rencontreraient tous les crochets des aiguilles verticales qui seraient *toutes* soulevées, ce qui déterminerait le soulèvement de tous les fils de la chaîne. Mais si, par un moyen quelconque, on appuyait sur l'extrémité d'un certain nombre des aiguilles horizontales, le ressort à boudin, buttant dans l'étui contre leur autre extrémité, céderait à cette pression, et l'œil de chaque aiguille horizontale, ainsi repoussée, agissant dans son mouvement sur l'aiguille verticale qui le traverse, ferait dévier cette dernière de sa verticalité, et, faisant reculer son crochet de dessus la lame de la griffe, soustrairait ainsi les aiguilles verticales déviées à l'action de la griffe dans son mouvement d'ascension, ce qui laisserait, par conséquent, en repos les fils de la chaîne en communication par leurs lisses avec les aiguilles déviées, de sorte qu'il n'y aurait d'élevés que les fils de la chaîne en communication avec les aiguilles non déviées.

Cette disposition peut être renversée, c'est-à-dire que, dans l'état de repos du métier, aucun des crochets des aiguilles verticales n'est en prise avec les lames de la griffe, et que, dans le travail, le repoussement des aiguilles horizontales amène au-dessus des lames de la griffe les crochets des aiguilles verticales qui doivent être soulevées.

On concevra maintenant que si, pour chaque duite à jeter, on a un moyen certain, et indépendant de l'intelligence de l'ouvrier, pour faire repousser celles des aiguilles horizontales qu'il convient de repousser pour l'exécution de la partie du dessin ou du fond du tissu qui correspond à cette duite, le tissu ouvré n'exigera pas plus de soins qu'un tissu uni.

C'est ce résultat que produit la partie qui nous reste à décrire du mécanisme de Jacquart.

Un prisme à base carrée, improprement appelé *cylindre*, et pouvant tourner sur deux tourillons, est adapté à un châssis mobile sur un axe horizontal, de manière que lorsque le châssis est dans la position verticale, une des faces du cylindre butte contre une des extrémités des aiguilles horizontales. Chaque

face du cylindre est percée d'un certain nombre de trous, dont chacun reçoit l'extrémité de l'aiguille horizontale qui y correspond; de sorte qu'en cet état, quelle que soit la face du cylindre en contact avec les aiguilles horizontales, aucune n'étant repoussée, aucune des aiguilles verticales ne sera déviée, et que, par conséquent, suivant la disposition adoptée, tous les fils de la chaîne seront soulevés, ou tous resteront en repos si on élève la griffe. Mais si, sur la face du cylindre en contact avec les aiguilles horizontales, on a placé un carton percé de trous, dont le nombre et la position auront été déterminés par la partie du dessin que doit produire la duite à jeter, les trous de ce carton laisseront en place les aiguilles horizontales qui les traverseront et pénétreront dans les trous du cylindre placés derrière, tandis que les autres aiguilles horizontales qui ne pourront pas entrer dans les trous du cylindre bouchés par le carton, seront repoussées par celui-ci, dévieront les aiguilles verticales correspondantes, et qu'il en résultera, au moment de l'élévation de la griffe, l'élévation des aiguilles verticales dont les crochets seront en prise, et, par conséquent, l'élévation des fils de la chaîne en communication avec ces aiguilles.

Si maintenant nous concevons un nombre plus ou moins grand de cartons semblables, percés chacun de trous, dont le nombre et la position soient en rapport avec la partie du dessin que doit produire la duite correspondante à chaque carton; si nous concevons en outre tous ces cartons adaptés les uns aux autres sous forme de chaîne sans fin, et obligés d'arriver, dans leur ordre successif, sur la face du cylindre en contact avec les aiguilles horizontales, nous comprendrons comment, sans aucune préoccupation du tisseur, les fils de la chaîne, convenables au dessin, se trouveront levés à chaque duite, et comment un dessin régulier pourra se trouver produit sans l'intervention du liseur de dessin et du tireur de lacs. Si enfin les choses sont disposées de manière que lorsque la duite doit être d'une couleur différente, un fil de la même couleur se montre après l'une des lisses soulevées, le tisseur reconnaîtra par là la navette qu'il doit lancer, et qu'il ne lui faudra qu'un faible degré d'intelligence et d'attention pour produire ces magnifiques tissus si variés de

dessin et de couleur qui étonnent l'imagination par leur régularité et leur éclat (1).

Tels sont les principes sur lesquels Jacquart a fondé son ingénieuse machine, principes que nous avons essayé d'exposer aussi clairement qu'il nous a été possible, sans l'aide de dessins, et qui, quelles qu'aient été d'ailleurs les modifications qu'on ait tenté d'introduire dans la construction de l'appareil, ont toujours été respectés par toutes les personnes qui ont cherché à le perfectionner.

Parmi ces tentatives, la seule vraiment heureuse qui soit venue à notre connaissance, est celle de MM. Dhomme et Romagny jeune. En essayant d'en décrire les principales dispositions, nous ne nous flattons pas d'être compris de tous nos lecteurs, mais nous espérons nous rendre assez intelligibles aux personnes qui ont une connaissance pratique de la matière, pour qu'elles en comprennent toute l'importance, et nous l'espérons avec d'autant plus de raison que la plus grande partie de ce qui va suivre est empruntée textuellement à un rapport fait par M. le baron Séguier à la Société d'encouragement le 26 avril 1837, et sur les conclusions duquel une médaille d'or a été décernée à M. Dhomme.

L'ouvrier qui fait fonctionner une Jacquart doit continuellement fournir la force nécessaire pour soulever le poids des plombs des lisses attachées aux crochets (aiguilles verticales) et comprimer les ressorts des aiguilles horizontales. Ceux-ci, quelquefois au nombre de plus de huit cents, ne laissent pas que d'opposer une grande résistance par la nécessité où l'on est de leur donner un excès de tension, afin d'éviter les *paresseuses* (2), en assurant leurs fonctions.

(1) Pour rendre justice à tous, nous croyons devoir indiquer ici que le principe du cylindre parait dû à Vaucanson, mais sans l'emploi des cartons, de sorte que le cylindre aurait dû être percé exprès des trous convenables au dessin à exécuter, et qui, par conséquent, ne pouvait être que très simple. Avant Jacquart, aussi, Falcon parait avoir eu l'idée d'employer des cartons, mais sans se servir du cylindre, et chaque carton devait être présenté isolément aux aiguilles. Si ces données sont vraies, Jacquart aurait toujours le mérite incontestable d'avoir réuni, dans un ensemble ingénieux et fécond en résultats utiles, deux principes qui, isolés, étaient restés sans application.

(2) Quand un des ressorts de l'étui n'a pas assez de force pour repousser l'ai-

La résistance du ressort est une limite pour la largeur des étoffes fabriquées à la Jacquart, par un seul ouvrier.

La plus importante modification de M. Dhomme consiste dans la suppression des élastiques; leurs fonctions sont remplies, dans son métier, par le seul plomb des lisses. Il débarrasse ainsi la Jacquart du danger des paresseuses et réduit considérablement la force dépensée à son service. Le jeu de ces aiguilles, résultat de l'action constante et infaillible des plombs de lisse, est tellement certain, que le métier peut, sans inconvénient, être mené beaucoup plus vite; il peut même recevoir son mouvement d'un moteur mécanique, ce que l'on n'avait point encore pu faire avec avantage pour l'ancienne Jacquart.... Les lisses sont tirées par de doubles aiguilles à bascule composées de deux tiges verticales, dont l'une est contre-coudée dans sa partie supérieure, de manière à recevoir des plombs de l'équipage un tirage oblique. Ce seul mouvement imprimé à l'une des deux tiges suffit pour ramener au carton l'aiguille matrice horizontale. Des trous sont convenablement percés dans la planche d'appui, sur laquelle vient butter la double aiguille. L'aiguille Dhomme assure invariablement la position de l'aiguille matrice. Cet arrangement présentait une difficulté pour obtenir, pour tous les rangs d'aiguilles matrices, une pression égale contre le carton; elles sont placées sur plusieurs rangs et rencontrent par conséquent à des hauteurs différentes les aiguilles verticales. Il en résulte que ces dernières réagiraient sur elles avec des leviers différents, si, par un procédé d'autant plus ingénieux qu'il est plus simple, M. Dhomme n'avait paré à cet inconvénient. Pour rétablir l'égalité des leviers, il s'est borné à incliner le support sur lequel reposent les têtes des aiguilles verticales, d'une quantité égale à l'épaisseur des divers rangs des aiguilles horizontales. Grâce à cette inclinaison, le levier reste constant et partout le même, la réaction des aiguilles horizontales sur les aiguilles verticales se faisant par un

guille horizontale qui vient de fonctionner, celle-ci reste en place pour la duite suivante, comme si elle était repoussée par un plein du carton; si alors le dessin exige qu'elle ne soit pas repoussée, il en résulte un défaut dans le dessin; c'est ce défaut qu'on nomme une *paresseuse*.

levier dans le rapport de 8 à 1 avec celui résultant du double coude sur lequel agissent les plombs. Le carton destiné à repousser les aiguilles horizontales fatigue beaucoup moins, il peut être plus léger et durer plus long-temps. Si l'on réfléchit qu'un dessin se compose souvent de plusieurs milliers de cartons, on verra combien est importante la plus légère économie dans cette partie de la machine.

Dans le métier modifié par M. Dhomme, la griffe, au lieu de soulever les aiguilles verticales par la tête, comme dans la Jacquart ordinaire, les prend par leur extrémité inférieure, au moyen d'un retour d'équerre que porte chaque lame de la griffe. Cette disposition assure la conservation de ces aiguilles, qui ne peuvent plus être faussées par le choc violent qu'elles recevaient dans la descente de la griffe, si, comme cela arrive trop souvent dans l'ancienne Jacquart, quelques unes des aiguilles qui n'ont pas été soulevées viennent à se déranger et à se placer sous les lames. Le carton est en outre présenté aux aiguilles horizontales par un mouvement rectiligne, et non plus en décrivant un arc de cercle, ce qui assure encore aux cartons une plus longue durée.

Nous avons dit plus haut, en citant le rapport de M. Séguier, qu'on n'avait point encore osé faire marcher l'ancienne Jacquart par un moteur mécanique; au moment où il émettait cette assertion, M. Séguier ignorait qu'un métier mécanique pouvant faire fonctionner toutes les espèces de Jacquart venait d'être construit par M. Gilroy, dans les ateliers de M. A. Pihet, au nom duquel cette invention est brévetée, et que les résultats obtenus sont dus à la précision avec laquelle les organes mécaniques destinés à agir sur la Jacquart remplissent leurs fonctions. Nous avons vu souvent fonctionner ce métier, et chaque fois nous nous sommes de plus en plus convaincu que le problème si difficile de l'application d'un moteur mécanique à une Jacquart quelconque était enfin résolu de la manière la plus satisfaisante.

Boquillon.

JAMBE DE FORCE. Voir Toit.

JAMBE ÉTRIÈRE. On appelle ainsi les dosserets en pierre de taille qu'on place ordinairement en tête des murs *mitoyens et de refend* dans la hauteur du rez-de-chaussée, et principalement

au droit des ouvertures de portes, de devantures de boutique ou autres. Nous devons nécessairement renvoyer tous détails à ce sujet au mot MUR. GOURLIER.

JARDIN. (*Agric.*) C'est dans la ferme l'enceinte particulièrement destinée à la culture des légumes, des fruits, et de certains végétaux utiles ou agréables.

On lui donne le nom de légumier ou de maraicher quand il ne contient que des légumes, et de verger quand il ne contient que des arbres à fruits. Le terme plus général du potager emporte ordinairement l'idée d'un lieu où l'on cultive à la fois les fruits, les légumes et même les fleurs.

Tout jardin doit être entouré par des murs, des haies ou des fossés. Les murs ont, autr'autres avantages, celui de permettre de cultiver les arbres fruitiers sous la forme d'espaliers, qui donnent plus sûrement chaque année des fruits meilleurs et plus abondants.

Le potager, lorsqu'il n'est pas en plaine, doit être, si l'on peut choisir, au bas d'un coteau exposé au levant; le nord est désavantageux sous beaucoup de rapports. On lui donne, lorsqu'on le peut, la forme rectangulaire; on le divise, d'après son étendue, en un certain nombre de parties appelées carrés ou carreaux, qui sont séparés entr'eux par des allées destinées à l'exploitation et à la promenade, et subdivisées, après chaque labourage, en longs parallélogrammes qui reçoivent le nom de planches. Nous ne dirons rien ici de la profondeur du sol, de la qualité et de la circulation des eaux, de l'abondance des engrais, etc.; ce sont des choses suffisamment connues.

Mais comme nous considérons ici principalement le jardin comme une dépendance de la ferme, nous insistons pour faire sentir aux cultivateurs, fermiers ou propriétaires, combien il leur est utile et commode, nécessaire même, d'en consacrer quelque partie : 1° à une petite pépinière où ils peuvent élever, multiplier et voir croître, sous la forme de semis, repiquages, greffes et autres modes de propagation, les arbres et arbrisseaux de différentes sortes, dont ils prévoieront avoir besoin dans le courant de leur exploitation; ils s'assureront par là de la qualité et de l'identité de leurs arbres, si ce sont des espèces fruitières, s'épargneront le regret d'être obligés de les arracher après plu-

sieurs années d'une attente mal remplie, éviteront des frais de transports plus ou moins considérables, et se ménageront la faculté et le très grand avantage de faire leurs différentes plantations dans la saison la plus convenable, dans les moments les plus commodes pour eux, et pour ainsi dire à jour fixe. Ces avantages sont immenses, et ne sont généralement pas assez appréciés. La direction et l'entretien d'un établissement de ce genre conduisent aussi l'agriculteur à des observations, à des études et à des résultats qui ornent et élèvent son esprit, l'intéressent aux phénomènes généraux de la végétation, et l'attachent par de nouvelles jouissances au sol sur lequel il est destiné à vivre, et où ce ne sera plus pour lui seul qu'il aura la satisfaction d'introduire un fruit nouveau.

Mais il est une autre sorte d'amélioration que l'on devrait encore introduire dans toutes les exploitations agricoles de quelque importance, et qui, par sa nature et l'espèce de soins qu'elle demande, se lie aussi à la culture du jardin : c'est la formation d'une petite école de céréales et de plantes fourragères et économiques où l'agriculteur prévoyant réunirait, pour les étudier dans tout le cours de leur végétation et essayer, s'il y avait lieu, à cultiver en grand, les plantes nouvelles de son ressort qui de temps à autre viennent s'offrir à son attention et flatter ses espérances. Dans la plupart des cas, une courte série d'observations le mettrait à même de savoir à quoi s'en tenir sur le mérite de ces nouveautés, d'en profiter avant les autres, s'il était réel, et de se mettre à l'abri de l'erreur et de la déception, s'il ne l'était pas. Nous ne pouvons trop recommander aux cultivateurs éclairés d'avoir chez eux des écoles de ce genre, d'en faciliter l'entrée à leurs voisins, et de faire même de leur visite un but de promenade, un sujet de récompense et d'émulation pour les enfants les plus avancés des écoles publiques. Ce serait là que viendraient promptement se réaliser pour enrichir chacun, ou s'anéantir pour ne tromper personne, toutes ces innovations vers lesquelles le cours des découvertes et l'esprit du siècle nous poussent de plus en plus. On devrait aussi réunir dans le même espace quelques pieds des plantes médicinales propres à procurer du soulagement aux hommes et aux animaux, dans certains cas où le secours du chirurgien ou

du vétérinaire serait trop éloigné ou ne paraîtrait pas nécessaire.

Olivier de Serres, dans son Théâtre d'agriculture, a consacré un livre au *Jardin bouquetier*, qu'il regarde non pas seulement comme un agrément, mais comme une nécessité et un usage des champs. Il donne la liste et décrit la culture des fleurs à bouquets qu'on y entretenait de son temps, ainsi que de celles qui se trouvaient dans le jardin médicinal. Il existe en Angleterre des hommes généreux et des sociétés philantropiques qui encouragent par des prix l'introduction dans les jardins des plus simples *cottagers* des arbrisseaux à fleurs et des plus belles plantes exotiques. C'est qu'en effet rien n'apporte de plus douces consolations à l'homme qu'un rude travail accable ou que de graves soucis préoccupent, que la culture des plus simples fleurs. A ce double titre, le jardin d'une ferme ne doit pas en être dépourvu, et c'est à bon droit que Charles-Etienne et Jean Liébault disaient, en 1582, dans leur *Agriculture et maison rustique* : « Ce » qui est pour la plupart plaisant et récréatif en la métairie » française, c'est le jardin à fleurs. » Soulange Bodin.

JAUGEAGE. (*Hydraulique.*) Mesure de la quantité d'un liquide. Ce liquide peut être contenu dans un vaisseau, dépensé par un orifice, fourni par une rivière ou un canal. Nous le considèrerons dans ces trois états, et nous diviserons cet article en trois paragraphes.

§ Ier. — Lorsque la figure du vase qui renferme le liquide est régulière, le jaugeage se réduit à une simple question de stéréométrie. Mais il en est rarement ainsi, et les tonneaux où l'on conserve le vin, les caves où l'on opère la fermentation du raisin, par exemple, ne se prêtent qu'à des calculs approximatifs, quoiqu'on ait soin de les décomposer en plusieurs parties, dont la forme se rapproche le plus exactement possible de celle des corps qui sont étudiés en géométrie.

Nous ne pouvons donc nous résoudre à grossir inutilement ce volume, en citant plusieurs formules relatives seulement à des vaisseaux employés dans quelques localités, et fondées sur ces assimilations imparfaites.

Nous nous bornerons à indiquer le moyen d'obtenir expérimentalement, dans ce cas, des notions aussi exactes que pos-

sible. Il consiste à procéder par empotement, c'est-à-dire à introduire successivement dans le vase des quantités égales et connues de liquide. On observe, après chaque versement partiel, la hauteur atteinte par le liquide, et on la marque sur une règle divisée qu'on appelle jauge. C'est ainsi que dans les pays où les tonneaux sont construits d'après des modèles connus, on établit facilement des jauges propres à en mesurer le contenu lorsqu'ils ne sont pleins qu'en partie. Toutefois comme il peut arriver souvent que le tonneau ne soit pas placé horizontalement, ou que la bonde ne soit pas percée exactement au milieu, au lieu de graduer la jauge en l'immergeant verticalement dans le liquide, on l'enfonce obliquement de manière à ce que, de la bonde, elle atteigne intérieurement le point le plus bas du fond du tonneau. On la dispose ainsi successivement par rapport aux deux fonds, et on prend une moyenne entre les deux hauteurs trouvées pour le liquide.

§ II. — Il est de la plus haute importance, sous le rapport de l'utilité publique et de l'économie industrielle, de savoir déterminer la quantité de liquide que peuvent dépenser les orifices, parce que de cette détermination dépend celle du volume fourni par les prises d'eau qui alimentent les villes, les usines, les irrigations. Aussi ce sujet a-t-il exercé toute la sagacité et tout le génie des plus illustres géomètres. C'est dans les ouvrages de Bossut, Michelotti, Dubuat, de MM. Bidone, de Prony, d'Aubuisson de Voisins, Poncelet et Lesbros, qu'il faut approfondir tout ce qui se rapporte à cette matière, les bornes qui nous sont imposées nous obligeant à ne donner qu'un extrait de ce que leurs ouvrages renferment de plus utile pour la pratique.

Lorsqu'un liquide (1) s'écoule par un orifice, son volume, dépensé pendant l'unité de temps, est théoriquement égal à celui d'un prisme qui aurait pour base la section S de l'orifice, et pour hauteur la vitesse moyenne des molécules fluides. Or, si H est la hauteur du liquide au-dessus de la tranche horizon-

(1) Toutes les formules de cet article sont applicables non seulement à l'eau, mais à un liquide quelconque. Le mètre cube est l'unité de volume, le mètre linéaire l'unité de longueur, et la seconde sexagésimale l'unité de temps.

tale qui possède la vitesse moyenne, que g soit le nombre qui représente l'intensité de la pesanteur dans le lieu où on opère, la vitesse moyenne V sera donnée par l'équation $V = \sqrt{2gH}$. Ainsi le volume Q, dépensé dans l'unité de temps, sera théoriquement

$$Q = S\sqrt{2gH}.$$

Mais, en réalité, il n'en est point ainsi, et on ne doit prendre qu'une fraction de cette quantité. On la multipliera donc par un coefficient m, dont la valeur numérique sera variable selon les circonstances, et on aura enfin

$$Q = mS\sqrt{2gH}.$$

Dans cette formule, la section S est connue par les règles de la géométrie; l'intensité g de la pesanteur peut, en France, avec assez d'exactitude pour la pratique, être fixée à $2g = 9{,}80$. Enfin, pourvu que la hauteur verticale du fluide, au-dessus du bord supérieur, soit *au moins* égale à la moitié de la hauteur verticale de l'orifice, on peut prendre, sans erreur sensible, pour valeur de H, la hauteur du fluide au-dessus du centre de gravité de cet orifice. Il ne reste donc plus qu'à fixer la valeur du coefficient de correction m.

La détermination de cette valeur a été, comme nous l'avons dit, l'objet des recherches des hydrauliciens les plus distingués. Elle dépend de plusieurs circonstances qu'il serait trop long de discuter, mais surtout de la contraction éprouvée par la veine fluide à sa sortie; contraction due principalement à ce que les molécules arrivent à l'ouverture dans des directions convergentes. La veine ainsi contractée présente réellement une section moindre que celle de l'orifice. Sans entrer dans tout ce détail, nous allons donner les valeurs de m que l'on peut prendre dans les cas ordinaires (nous entendons ceux où H est comprise entre $0^m{,}100$ et 2^m, et où S n'a pas moins de $0^m{,}050$ dans sa plus petite dimension).

Pour les orifices pratiqués dans une mince paroi plane, $m = 0{,}62$.

Pour les orifices terminés par des ajustages cylindriques, $m = 0{,}82$.

Il faut que la longueur de l'ajustage soit égale à deux ou trois fois son diamètre ; si on diminue progressivement cette valeur, la valeur de m diminuera aussi et se rapprochera de celle qui est relative aux orifices en mince paroi plane. Si on augmente au contraire cette longueur, la résistance des parois de l'ajustage diminuera encore la dépense, et par conséquent la valeur de m.

Pour les ajustages coniques convergents, le coefficient varie de 0,82 jusqu'à 0,99, selon l'angle de convergence que forment entre elles deux génératrices opposées du cône.

Pour que ces valeurs soient exactes, il faut que le liquide parvienne à l'orifice avec la seule vitesse qui résulte de l'action de la gravité sur ses molécules. S'il possédait déjà une vitesse acquise, on devrait modifier le coefficient et l'augmenter pour tenir compte de cette vitesse ; il faut de plus que la distance entre les bords de l'orifice et les parois, ou le fond du canal, soit proportionnée à la grandeur de cet orifice, par exemple, soit égale au moins à sa plus petite dimension. Il faut encore que le seuil de l'orifice soit plus élevé que la surface du canal de fuite, afin que le liquide tombe librement et qu'aucun obstacle n'exerce d'influence sur son écoulement.

Lorsque le fluide est conduit à l'orifice par un canal assez court pour qu'on puisse faire abstraction de la résistance des parois, et que l'ouverture est immédiatement contiguë en amont à une ou à plusieurs de ces parois, on dit que la contraction est annulée sur un ou sur plusieurs côtés, et on prend alors dans les cas ordinaires de la pratique.

Si la contraction est annulée sur un côté, $m=0,66$;
Si elle est annulée sur deux côtés, $m=0,69$;
Si elle est annulée sur trois côtés, $m=0,72$;
Si elle est annulée sur quatre côtés, $m=0,75$ à $0,82$.

Dans ce dernier cas, l'orifice est un véritable ajustage cylindrique.

Il arrive souvent que la hauteur du liquide au-dessus du bord supérieur de l'orifice est moindre que la moitié de la hauteur verticale de cet orifice ; alors la formule et les valeurs de m qui précèdent, ne sont plus applicables, et nous allons

nous occuper de celles qui conviennent à ce dernier cas, en nous bornant cependant à parler des orifices rectangulaires verticaux.

Nous supposerons d'abord que la hauteur du liquide, audessus de l'arète supérieure, est nulle, ou, en d'autres termes, que l'orifice n'a pas d'arète supérieure; alors il prend le nom de déversoir, et son seuil celui de crète ou de couronnement.

La surface fluide commence à s'infléchir en amont d'un déversoir, et par conséquent ce n'est pas l'épaisseur de la lame sur la crète qu'il faut considérer comme la charge. Nous désignons, par cette expression, la hauteur de la colonne d'eau qui pèse sur la crète. On la connaîtra en prenant la différence de niveau qui existe entre la surface fluide à quelque distance (cinq ou six mètres pour un déversoir d'usine) en amont du déversoir, et la crète de ce déversoir. On appellera H cette différence. Cela posé, le volume dépensé se calculera assez approximativement par la formule :

$$Q=2,952\, m\, l\, H^{\frac{3}{2}},$$

dans laquelle Q est le volume dépensé pendant l'unité de temps, m le coefficient de correction, l la longueur de la crète du déversoir, H la différence de niveau dont nous venons de parler.

Cette formule ne convient qu'aux cas ordinaires, c'est-à-dire à ceux où la section S est au moins égale à quatre décimètres carrés ($0^m,04$), et où H n'est pas inférieure à cinq centimètres.

Lorsque l'orifice rectangulaire sera limité à sa partie supérieure par une arète située à une profondeur h au-dessous de la surface du liquide, si on appelle, comme tout-à-l'heure, H la différence de niveau entre la surface fluide et le seuil de cet orifice, la dépense sera donnée par la formule

$$Q=2,952\, ml\, (H^{\frac{3}{2}}-h^{\frac{3}{2}}.)$$

Il est toujours entendu que H et h seront mesurées à un point suffisamment éloigné en amont de l'orifice.

Dans les deux cas que nous venons d'examiner, on prendra pour *m* les valeurs que nous avons données précédemment, en ayant soin de choisir celles qui conviendront, selon que la contraction sera ou ne sera pas annulée sur un ou sur plusieurs côtés.

§ III. — Lorsqu'on sait calculer, par les moyens exposés dans le paragraphe précédent, la dépense d'un orifice, on obtient aisément le volume des eaux d'une rivière ou d'un canal. Il suffit de construire un barrage temporaire, qu'on rend bien étanché en le garnissant de gazon et d'argile; on y établit avec des planches une cloison percée d'une ouverture rectangulaire, qu'on se réserve les moyens d'augmenter ou de diminuer, s'il est nécessaire, et qu'on place dans une des situations pour lesquelles nous avons donné des formules. Lorsque l'eau passe par cette ouverture et que le régime est bien établi, c'est-à-dire lorsque l'écoulement est bien uniforme et que le niveau n'éprouve plus de variation, on mesure les dimensions de l'orifice ainsi que les quantités H et *h*. Il ne reste plus qu'à effectuer les calculs, pour connaître la quantité Q.

S'il était impossible ou trop dispendieux d'établir un barrage et qu'on ne pût disposer d'aucun ouvrage d'art déjà construit, ou même si on désirait seulement une approximation facile et sans apprêts, on pourrait évaluer assez exactement le produit du cours d'eau, en régularisant son lit sur une certaine étendue et en mesurant la section S du lit et la vitesse moyenne V du liquide. Il est évident que le volume Q serait le produit SV de ces deux quantités.

La vitesse moyenne V peut être déterminée par des expériences délicates, dont la description nous entraînerait beaucoup trop loin; mais on peut aussi prendre, avec assez d'approximation, pour sa valeur, les 4/5 de la vitesse du fil de l'eau, c'est-à-dire de la surface au point où le courant est le plus rapide. Pour obtenir cette dernière mesure, on jette un corps léger dans le fil de l'eau; on observe le nombre de secondes pendant lequel il parcourt un espace connu; on en conclut, par une division, le chemin fait dans une seconde, c'est-à-dire la vitesse demandée. On en prend enfin les 4/5 pour connaître la vitesse moyenne. Nous ajouterons que le flotteur doit être presque entièrement

immergé, pour que l'air, surtout s'il est agité, ne puisse exercer aucune influence sur son mouvement, et qu'il faut répéter plusieurs fois l'expérience, afin de prendre un terme moyen entre les résultats qui présentent presque toujours des différences assez notables.

Pour la distribution de l'eau dans les villes, on mesure le volume concédé à chaque soumissionnaire, volume toujours infiniment moindre que celui d'un ruisseau ou d'une rivière, par des moyens plus faciles que M. Mary a décrits dans l'article EAU (distribution d'), tome IV de cet ouvrage. Nous prions le lecteur de s'y reporter.

Avant de terminer cet exposé, sommaire des principales méthodes de jaugeage, nous ne devons pas dissimuler toutes les difficultés que présentent ces opérations, lorsqu'on les pratique sur les rivières ou sur les cours d'eau qui alimentent des usines. Une multitude de circonstances, dont la discussion exigerait un traité spécial et fort étendu, et que nous avons dû passer sous silence pour éviter trop de prolixité, changent la valeur numérique du coefficient de correction *m*, et, par conséquent, si on n'en tient pas compte, mettent plus ou moins en défaut les conclusions qu'on peut tirer des formules. Nous engageons donc les personnes auxquelles l'hydraulique n'est pas familière, à ne considérer, dans les affaires importantes, que comme des aperçus les résultats qu'elles obtiendront de leurs expériences.

J.-B. VIOLLET.

JOINT. (*Construction.*) En MAÇONNERIE, ainsi qu'il a été dit au mot APPAREIL, on appelle *joints* les faces par lesquelles deux pierres sont contiguës l'une à l'autre latéralement; et l'on distingue sous le nom de *lits* les faces par lesquelles se réunissent deux pierres superposées.

Les mêmes dénominations doivent être employées pour les autres matériaux de nature analogue, tels que *moellons*, *briques*, etc.

Mais l'on donne aussi ces noms à l'espace plus ou moins considérable qui sépare ces faces, ainsi qu'au MORTIER par lequel cet espace est rempli.

Nous ne pouvons que renvoyer aux détails dans lesquels nous

sommes entrés au mot Appareil, ou dans lesquels nous entrerons au mot Mur.

En ce qui concerne les matériaux de charpente, de menuiserie, de serrurerie, nous ne pouvons également que renvoyer à ces mots ainsi qu'à l'article Assemblage.

Le Carrelage, le Pavage, la *marbrerie*, emploient des matériaux plus ou moins analogues à ceux de la maçonnerie, et auxquels, en conséquence, les mêmes dénominations doivent s'appliquer.

Les autres natures d'ouvrages, telles que la *couverture*, la *vitrerie*, etc., présentent sous ce rapport peu d'importance.

Le mot *joint* a un si grand nombre d'acceptions dans les arts, qu'il est difficile d'en donner une définition rigoureuse. On peut dire pourtant d'une manière générale qu'il sert à désigner les surfaces ou les lignes suivant lesquelles s'effectue le contact de deux corps unis entre eux.

L'étude de la disposition théorique et de l'exécution pratique des joints forme la partie la plus importante de la construction. Aussi allons-nous traiter chacune de ces questions en particulier.

Lorsque deux corps sont pressés l'un contre l'autre, il résulte de la disposition de leur surface de contact, par rapport à la direction des forces qui les sollicitent, ou qu'ils restent en équilibre, ou qu'ils se meuvent en glissant l'un sur l'autre. Pour que l'équilibre ait lieu, il faut et il suffit que les forces qui agissent sur les corps ou que chacune de leurs décomposantes rencontre un élément de la surface de contact qui soit normal à leur direction.

Supposons en effet deux surfaces en contact, la pesanteur des deux corps agissant suivant les points en contact, donne naissance à une action et à une réaction, et cette force sera exactement exprimée par la décomposition de la pesanteur verticale et une force normale à la surface en contact, car si cette force n'était pas normale, on pourrait toujours la décomposer en deux autres perpendiculaires aux deux surfaces qui se touchent. Cette loi est générale et sert à résoudre tous les problèmes qui se présentent dans la construction, et qui ont toujours pour but : *Etant donnée la position d'une pierre et la direc-*

tion des forces qui la sollicitent, déterminer la forme du joint qui convient pour qu'elle reste en équilibre sous l'action de ces forces. La résolution souvent très compliquée de ces problèmes a donné lieu à une science mathématique très étendue que l'on désigne sous le nom de *coupe de pierre*, et qui elle-même a recours à une autre science plus générale, la Géométrie descriptive. Ce n'est pas ici le lieu d'étudier dans leurs principes des sciences aussi vastes, et qui d'ailleurs sont traitées dans des livres spéciaux très répandus; nous nous bornerons donc à tirer quelques conséquences de l'énoncé général du problème qu'elles se proposent de résoudre.

Les forces auxquelles sont soumis les matériaux dans une construction pouvant varier à l'infini, la surface normale à leur direction, qui formerait leur joint, pourrait donc varier aussi à l'infini; cependant l'expérience a démontré que tous les joints ne sont pas également bons en application, et que le meilleur est celui qui présente la plus grande facilité de construction; car c'est de l'exécution plus ou moins parfaite des joints que résulte leur solidité, comme nous le verrons plus tard.

La surface plane étant celle qui présente la plus grande facilité de construction, est aussi celle que l'on emploie le plus généralement comme surface de joint. Il y a des cas pourtant dans lesquels on emploie les surfaces cylindriques, coniques, sphériques et à double courbure; tels sont, par exemple, la construction des niches, des voûtes sphériques, des trompes et des escaliers.

La surface plane est employée lorsque les forces qui sollicitent un corps sont parallèles, ou qu'elles peuvent se décomposer en forces parallèles, comme dans un mur simple ou une voûte en berceau.

La surface cylindrique s'emploie quand les forces concourent toutes vers une même ligne droite qui devient alors l'axe de la surface, comme cela a lieu dans certaines trompes pour la pierre qui porte le nom de *trompillon*.

La surface conique est employée quand les forces qui sollicitent le corps, ou leurs décomposantes, concourent seulement vers deux points d'une droite, ainsi que cela arrive dans le cas d'une voûte sphérique. L'un des points est le sommet du cône,

en même temps que le centre de la sphère; et l'autre le centre de sa base.

La surface sphérique trouve son application lorsque les forces sont toutes dirigées vers un même point.

Enfin la surface gauche est employée quand les forces concourent en partie, soit à deux points, soit à deux droites différentes.

Les joints plans ne sont pas toujours formés d'un seul élément; il arrive, au contraire, fort souvent qu'ils se composent de plusieurs éléments inclinés entre eux de quantités variables, et formant des angles saillants ou rentrants, comme dans les voussoirs d'une voûte en plein cintre, dit à crossette. On conçoit que dans la production de ces joints il faut apporter beaucoup de soin à faire parallèles les deux surfaces qui doivent être superposées, sans quoi les voussoirs ne seraient pas en contact dans toutes leurs parties, et présenteraient un porte-à-faux qui pourrait donner lieu à leur rupture mutuelle. Pour exécuter ces joints avec la précision qu'ils exigent, les ouvriers se servent d'un instrument qu'ils appellent *fausse équerre*, et qui leur sert à prendre toute sorte d'angles. La fausse équerre est formée de deux règles en bois ou en fer réunies par une extrémité au moyen d'une articulation semblable à celle de la tête d'un compas. Ces règles étant parfaitement parallèles dans toutes leurs faces, il est clair que quand on les a mises à l'angle convexe d'une pierre suivant les côtés intérieurs, les côtés extérieurs donnent l'angle concave de la pierre qui doit être superposée sur la première. Cet instrument rend l'opération très facile, ce qui fait que les joints, ainsi composés de plusieurs parties planes, sont très généralement employés.

Les joints cylindriques, coniques, sphériques, et en général tous les joints de révolutions, sont construits à l'aide d'un GABARI. On désigne sous ce nom un système de charpente légère, que l'on fait tourner autour d'un axe, et dont l'une des parties décrit la surface que l'on veut produire. Cet instrument permet aussi une très grande précision, cependant il n'est pas généralement employé; et quand les pierres à travailler présentent des faces parallèles et déterminées par rapport à la surface de révolution qui doit former le joint, on aime mieux faire des *pans*,

nceaux en bois que l'on place sur la pierre, et qui servent à diriger la règle, qui alors détermine la surface que l'on veut produire.

Les joints prennent différentes dénominations dans la construction, suivant leur nature, leur position, et la manière dont ils sont exécutés. Voici celles de ces dénominations qui sont le plus usitées.

Joint de lit, c'est celui qui est plan et qui est horizontal, ou très légèrement incliné dans la construction. Les joints de lit sont ainsi nommés à cause du soin que l'on a en construisant de placer les pierres dans la même position qu'elles occupaient dans la carrière; c'est-à-dire suivant leur lit.

Joint montant, c'est celui qui est sensiblement dirigé dans le sens du fil à plomb, et qui, par conséquent, est perpendiculaire au premier. Ce joint porte aussi quelquefois le nom de joint de champ.

Joint en coupe, c'est celui qui est tracé suivant une ligne concourant à un centre.

Joint de douelle, c'est celui qui est sur la longueur intérieure d'une voûte ou sur l'épaisseur d'un arc. On lui donne aussi le nom de *joint d'intrados*.

Joint de tête ou *joint de face*, celui qui est en coupe ou en rayon au parement, et sépare les voussoirs ou claveaux.

Joint de recouvrement, celui qui se fait dans un escalier de maçonnerie par le recouvrement d'une marche sur l'autre.

Joint recouvert, c'est celui qui est caché par une espèce d'ourlet, et que l'on pratique dans l'assemblage des dalles.

Joint feuillé, le recouvrement de deux pierres l'une sur l'autre par une entaille de leur demi-épaisseur.

Joint gras, celui qui est plus ouvert que l'angle droit, et *joint maigre* celui qui est moins ouvert.

Joint serré, celui qui est si étroit qu'on est obligé de l'ouvrir avec les couteaux à scie à mesure que le bâtiment se tasse et prend sa charge.

Joint ouvert, celui qui, à cause de ses calles épaisses, est haut et facile à ficher. On appelle aussi joint ouvert celui qui s'est écarté par malfaçon, ou parce que le bâtiment s'est plus affaissé d'un côté que de l'autre.

Joint à onglet, celui qui est dirigé suivant les diagonales d'un retour d'équerre, et comme l'on en voit dans les compartiments et les incrustations.

Joint refait, celui qu'on est contraint de retailler de lit ou de champ sur le tas, parce qu'il n'est ni à-plomb ni de niveau. On donne aussi ce nom aux joints qu'on fait en regréant et ravalant avec mortier de même couleur que la pierre.

Joint gratté, celui dont on enlève le mortier jusqu'à une certaine profondeur, et que l'on regarnit ensuite d'un nouveau mortier.

L'influence de la manière d'exécuter les joints sur leur solidité est bien manifeste dans la malheureuse circonstance qui s'est présentée au Panthéon. Les gros piliers qui supportent le dôme n'étaient que des faisceaux de colonnes; mais, par un but de perfection de travail mal entendu, on avait relevé le joint tout autour de l'assise, en se contentant de couler du mortier fort clair entre les joints; il est résulté de cette disposition que les colonnes ont cédé sous la charge, n'ayant pas une assez grande surface chargée, et qu'on a été obligé de les remplacer par les piliers massifs qui existent aujourd'hui.

Le constructeur ne saurait donc apporter trop de soin, non seulement dans le choix de son joint, dicté d'ailleurs par les fonctions qu'il doit remplir, mais encore dans l'exécution de ce joint; car c'est là surtout qu'est la garantie d'une construction solide et bien rejointoyée.

JOINTOYEMENT. (*Construction.*) Lorsque les matériaux, tels que *pierres de taille*, *moellons*, *briques*, etc., qui forment une partie de *mur* ou autre construction de ce genre, restent apparents, c'est-à-dire qu'ils ne sont points recouverts par un *crépi* ou un ENDUIT, indépendamment du soin avec lequel on a dû, en construisant, remplir les JOINTS en MORTIER, il est bon après la construction même de dégrader jusqu'à une certaine profondeur ce mortier, et de remplir de nouveau les joints en *mortier* fin et de bonne qualité. C'est ce qu'on appelle le *jointoyement.*

Il devient souvent nécessaire de refaire cette opération à des époques plus ou moins éloignées, et elle prend alors le nom de *rejointoyement.*

Elle demande dans tous les cas à être faite avec soin et propreté.

Les mêmes données s'appliquent aux *dalles*, aux *carrelages* et *pavages*, etc. GOURLIER.

JOURNÉE DE TRAVAIL. (*Administration.*) La fixation des journées de travail a eu pour objet d'établir, suivant chaque localité, une graduation régulière et légale dans les peines de police municipale et de police rurale, dans les contributions personnelles, dans l'exercice des droits électoraux.

On ne retrouve pas cette méthode dans l'ancienne législation; elle est mentionnée pour la première fois dans la loi du 22 décembre 1789, sur la constitution des assemblées primaires et des assemblées administratives. En créant des assemblées primaires chargées, dans chaque canton, d'élire les électeurs qui devaient nommer les représentants à l'Assemblée nationale, cette loi décida que tous les citoyens payant une contribution directe de la valeur locale de *trois journées de travail*, pourraient voter dans ces assemblées; cela signifiait que la cote des contributions directes qu'il fallait payer pour exercer ce droit devait varier dans les différentes parties du royaume, à proportion de la valeur des salaires que les journaliers gagnaient communément pour chaque journée de travail; mais qu'elle devait toujours se monter partout au triple de la valeur d'une journée de travail, ou, ce qui revenait au même, être égale à la valeur des salaires qu'un journalier gagnait en trois jours. En ce qui concerne les contributions, les lois de finances, et notamment celles de 1831 et de 1832 (21 avril), ont établi la taxe personnelle suivant la valeur des journées de travail, et l'ont fixée à trois journées. La loi du 26 mars 1831 avait déterminé, suivant la population des villes, la journée de travail entre un minimum de 70 cent. et un maximum de 1 fr. 50 cent.; mais la loi de 1832 précitée, revenant aux dispositions des lois du 23 juillet 1820 et du 3 nivose an VII, porta le minimum de la journée à 50 cent., et le maximum à 1 fr. 50 cent., et décida en outre que le conseil général, sur la proposition du préfet, arrêterait le prix moyen de la journée de travail dans chaque commune. Aucun acte législatif n'est venu depuis modifier ces dis-

positions. Cependant, dans le département de la Seine, et par exception, le prix de la journée de travail est fixé à 2 fr.

Mais, hâtons-nous de le dire, il ne doit pas résulter de ce qui précède que la fixation de la journée de travail puisse concerner les arrangements que les maîtres et les ouvriers prennent entre eux : elle leur est entièrement étrangère ; elle est faite, nous le répétons, non pas pour établir les prix que les maîtres devront payer aux ouvriers, mais pour ramener à un taux légal et proportionné à l'importance des localités, certaines charges publiques imposées par la loi.

La fixation des journées de travail n'intéresse pas seulement les contributions ; ainsi, d'après l'art. 84 de la loi du 22 mars 1831, les conseils de discipline de la garde nationale, dans les communes où il n'y a pas de prisons, sont autorisés à remplacer la peine d'emprisonnement par des amendes évaluées d'après le taux des journées de travail. D'un autre côté, les prestations en argent pour la réparation des chemins vicinaux sont également évaluées d'après le nombre et le taux des journées de travail.

La loi du 28 décembre 1791 sur la police rurale, établit les amendes par journées de travail ; quelques années plus tard, le Code des délits et des peines, du 3 brumaire an IV, définit les peines de simple police, *celles qui consistaient dans une amende de la valeur de trois journées de travail ou au-dessous*, etc. Cette définition n'a point été maintenue par le Code pénal, qui a fixé les amendes en chiffres, depuis 1 fr. jusqu'à 15 fr. Les tribunaux de simple police ne peuvent donc maintenant prononcer les amendes par journées de travail pour celles des contraventions prévues par le Code pénal, et qui sont de leur compétence.

Il résulte de ce qui précède, qu'en ce qui concerne les contributions personnelles, les prestations pour les chemins vicinaux, les amendes de police rurale, et, dans certains cas, de garde nationale, la connaissance du prix de chaque journée de travail est d'une grande importance. Aussi, au commencement de chaque année, cette fixation est publiée par le préfet du département. Dans l'origine, la mobilité de la valeur du papier monnaie, et les variations qui en résultaient dans le prix des den-

rées, avaient fait décider que le prix de la journée de travail serait arrêté tous les trois mois; mais depuis que le numéraire est redevenu l'unique signe représentatif en circulation, le prix de la journée est à peu près le même d'une année à une autre; s'il éprouve quelque variation, suivant les saisons et l'abondance des récoltes, elle n'est pas assez sensible pour provoquer des changements aussi fréquents. AD. TRÉBUCHET.

JOURS FÉRIÉS. (*Législation.*) Indépendamment du dimanche, la loi a consacré plusieurs époques de l'année au repos des fonctionnaires publics, des magistrats, et a imprimé un caractère de nullité aux actes qui seraient faits dans le cours de ces journées.

Les jours fériés sont, d'après la loi du 29 germinal an x, Noel, l'Ascension, l'Assomption et la Toussaint. Il faut y ajouter le premier jour de l'an, qu'un usage général, sanctionné par un avis du Conseil d'État, du 10 mars 1810, considère comme une fête légale; la fête du roi, déclarée telle par une décision ministérielle du 28 octobre 1817; enfin, les journées de juillet, déclarées fêtes nationales, par ordonnance du 6 juillet 1831.

En matière civile, aucune signification, exploit, contrainte par corps, arrestation, saisie, ventes et exécutions judiciaires ne peuvent être faites les jours de fête légale, à peine de nullité; il en est de même des ventes à l'encan; à peine d'une amende de 25 à 300 fr., elles ne peuvent avoir lieu, depuis le 1er octobre jusqu'au 31 mars, avant six heures du matin et après six heures du soir; et, depuis le 1er avril jusqu'au 30 septembre, avant quatre heures du matin et après neuf heures du soir. Il ne peut y avoir exception qu'en vertu d'une permission du juge, lorsqu'il y a péril en la demeure (Code de procédure civile, art. 63, 781, 1037; loi du 17 thermidor an VI, art. 5 et 6.

Les jours de fête légale ne doivent pas être compris dans le dernier jour du terme.

Si l'échéance d'une lettre de change est à un jour férié légal, elle est payable la veille (Code de commerce, art. 134.)

Le protêt faute de paiement, qui doit se faire le lendemain

du jour de l'échéance d'une lettre de change, se fait le jour suivant, si ce jour est une fête légale. (*Id.*, art. 162.)

La loi du 18 novembre 1814 exige que les travaux ordinaires soient interrompus les dimanches et jours de fêtes légales; en conséquence, elle défend; lesdits jours, aux marchands d'étaler et de vendre, les ais et volets des boutiques ouverts; aux colporteurs et étalagistes, de colporter et d'exposer en vente leurs marchandises dans les rues et places publiques; aux artisans et ouvriers de travailler extérieurement et d'ouvrir leurs ateliers; aux charretiers et voituriers employés à des services locaux, de faire des chargements dans les lieux publics de leur domicile. Cette même loi défend, dans les villes dont la population est au-dessous de 5000 âmes, ainsi que dans les bourgs et villages, aux cabaretiers, marchands de vins, débitants de boissons, traiteurs, limonadiers, maîtres de paume et de billard, de tenir leurs maisons ouvertes, et d'y donner à boire et à jouer, lesdits jours, pendant le temps de l'office.

Toutefois, les défenses qui précèdent ne sont pas applicables aux marchands de comestibles de toute nature, à tout ce qui tient au service de santé, aux postes, messageries et services publics, aux voituriers de commerce par terre et par eau, et aux voyageurs, aux usines dont le service ne saurait être interrompu sans dommages; aux ventes usitées dans les foires et fêtes dites patronales, et au détail des menues marchandises dans les communes rurales, hors le temps du service divin; aux chargements des navires marchands et autres bâtiments du commerce maritime; aux meuniers et ouvriers employés à la moisson et autres récoltes, aux travaux urgents de l'agriculture, aux constructions et réparations motivées par un péril imminent, à la charge, dans ces deux derniers cas, d'en demander la permission à l'autorité municipale. L'autorité administrative peut également étendre les exceptions qui précèdent suivant les usages locaux.

Depuis 1830, la loi de 1814 est tombée en désuétude. Mais cependant cette loi n'a point été explicitement abrogée, et par ce motif, nous avons cru devoir en reproduire les principales dispositions. AD. TRÉBUCHET.

K.

KAOLIN. Voy. Argiles et Porcelaine.
KERMES. Voy. Antimoine.
KILOGRAMME. Voy. Poids.

FIN DU TOME SIXIÈME.







